Université du Québec
en Abitibi-Témiscamingue

MODULE DES SCIENCES APPLIQUÉES

UNITÉ DE CONTRÔLE DU BANC D'ESSAI CMVSS

PROJET D'ÉTUDES EN INGÉNIERIE DANS LE CADRE DU PROGRAMME DE BACCALAURÉAT EN GÉNIE ÉLECTROMÉCANIQUE

Présenté par : Vincent W. Lelièvre

Superviseur : Jean-Paul Langlois, ing., UQAT

Représentant industriel : M. Alain Beauséjour, Amobi

DATE DU DÉPÔT
29 avril 2011

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je tiens à remercier tous ceux qui m'ont aidé à l'élaboration de ce projet. Premièrement, Mario Ross et Éné Marin, professeurs à l'UQAT, pour leurs judicieux conseils et l'aide apportée tout au long de la phase de conception du circuit hydraulique. Monsieur Mohamad Saad, professeur à l'UQAT, pour le partage de ses connaissances en automatisation industrielle. Monsieur Robert Lefloic, opérateur du banc d'essai chez Amobi, pour sa patience et sa disponibilité pour avoir répondu à mes nombreuses questions. Pour conclure, je tiens à remercier mon professeur-superviseur, monsieur Jean-Paul Langlois pour m'avoir transmis de nombreux conseils au niveau de la gestion de mon projet.

RÉSUMÉ

Le projet est réalisé pour Amobi, un manufacturier de sièges pneumatiques qui doit effectuer quelques fois par année des tests sur des sièges qui doivent être conformes aux normes de Transport Canada CMVSS-207-210. Ces tests qui consistent à appliquer des forces sur le siège se font à l'aide d'un banc d'essai constitué de deux vérins hydrauliques. Actuellement, les vérins ne permettent pas d'appliquer deux forces simultanément sur le siège à l'essai comme exigé dans les normes et contraignent l'opérateur à appliquer les forces en alternance. Aussi, pendant la période où le deuxième cylindre hydraulique est amené à la pression voulue, le siège se déplace légèrement et cela fait en sorte que la force réelle appliquée par le premier cylindre ne demeure pas constante. Finalement, l'opérateur doit continuellement surveiller plusieurs cadrans et ajuster la pression dans les cylindres pour corriger les effets des perturbations.

La phase de recherche de solution a permis de ressortir quelques solutions et c'est l'automate programmable qui a été choisi comme unité de contrôle. L'étude du système hydraulique actuel a permis de concevoir le plan du circuit hydraulique de la solution finale et de choisir les composantes hydrauliques et électroniques appropriées pour procéder à l'automatisation du banc d'essai.

ABSTRACT

The project is realized for Amobi, a manufacturer of lift seats, that must perform, a few times a year, some tests on the seats to be conforming to standard of Transport Canada CMVSS-207-210. These tests consist in applying forces on the seat with a test bench make with two cylinders. Presently, the actuators can't apply two forces simultaneously on the seat during the test as required in the standards and force the operator to apply forces alternately. Also, during the period when the second hydraulic cylinder is moved to the desired pressure, the seat moves slightly and it ensures that the actual force applied by the first cylinder does not remain constant. Finally, the operator must continuously monitor several gauges and adjust the pressure in the cylinder to correct the effects of disturbances.

The research phase has allowed finding some solutions and it's the PLC that has been selected as a control unit. The study of the actual test bench has allowed the design of the hydraulic system of the final solution and to choose the hydraulic and electronic components that are appropriate for automating the test bench.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS ii

RÉSUMÉ iii

ABSTRACT iv

LISTE DES TABLEAUX vii

LISTE DES FIGURES viii

LISTE DES ABRÉVIATIONS x

INTRODUCTION 11

1. ÉTUDE DES BESOINS ET MANDAT 12

1.1 Présentation de l'entreprise 12

1.2 Description du produit 13

1.3 Description du procédé 14

1.4 Mise en contexte de la problématique 15

1.5 Objectifs, contraintes et restrictions 16

1.6 Formulation du mandat 16

1.7 Normes applicables 17

Test No. 1– Application de la force produisant un couple [NSVAC 207 1(b)ii(A)] 17

Test No. 2– Application de la charge vers l'arrière [NSVAC 207 1(a)i(B)] 18

Test No. 3– Application simultanée des forces [NSVAC 207 1(a)ii] 19

2. CADRE THÉORIQUE ET ÉLABORATION DES HYPOTHÈSES 20

2.1.1 Composantes actives 20

2.1.1.1 Générateurs 20

2.1.1.2 Modulateurs 22

2.1.1.3 Récepteurs 22

2.1.2 Composantes de liaison 23

2.1.3 Composantes passives 23

2.2 Élaboration des hypothèses 24

3. MISE EN ŒUVRE DU MANDAT 25
3.1 La recherche de solutions 25
3.1.1 Solution No. 1 - Automate programmable 25
3.1.2 Solution No. 2 - Microcontrôleur 26
3.1.3 Solution No. 3 - Relais 27
3.2 Élaboration du barème 28
3.3 Matrice de décision 29
3.4 La conception de la solution recommandée 30
3.4.1 Étude du système hydraulique existant 30
3.4.2 Choix des composantes 47
3.4.3 Conception du circuit hydraulique de la solution finale 50
3.4.4 Asservissement du système hydraulique 52
4. ESTIMATION DES COÛTS 54
5. SANTÉ ET SÉCURITÉ 55
6. DÉVELOPPEMENT DURABLE 56
CONCLUSION 57
RECOMMANDATIONS 58
BIBLIOGRAPHIE 59
ANNEXE-A : Théorie sur les propriétés d'un fluide hydraulique 60
ANNEXE-B : Facture de la modification du banc d'essai par Geliko Inc. 66
ANNEXE-C : Limiteur de pression à commande électrique proportionnelle 67
ANNEXE-D : Amplificateur numérique pour valves proportionnelles 71
ANNEXE-E : Manomètre digital 79
ANNEXE-F : Détermination du centre de gravité 81

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Avantages et inconvénients d'un automate programmable 26
Tableau 2 : Avantages et inconvénients d'un microcontrôleur 27
Tableau 3 : Avantages et inconvénients d'un relais 28
Tableau 4 : Barème 28
Tableau 5 : Matrice de décision 29
Tableau 6 : Spécifications du moteur électrique 31
Tableau 7 : Spécifications de la pompe (supposition) 31
Tableau 8 : Spécifications du réservoir 32
Tableau 9 : Spécifications du bloc manifold 33
Tableau 10 : Spécifications des 2 vérins 36
Tableau 11 : Spécifications des manomètres à glycérine 36
Tableau 12 : Spécifications du distributeur à trois positions, 4 orifices, et à centre fermé 38
Tableau 13 : Spécifications des manettes de contrôle 39
Tableau 14 : Spécification des étrangleurs à pointeau avec clapet de retenue avec ressort 40
Tableau 15 : Spécifications du limiteur de pression de type modulaire 42
Tableau 16 : Spécifications de la valve en cartouche installée sur le bloc manifold (limiteur de pression) 43
Tableau 17 : Spécification de la valve de mise à vide à deux orifices normalement ouverts avec solénoïde 46
Tableau 18 : Spécifications du limiteur de pression à commande électrique choisie 48
Tableau 19 : Amplificateur numérique pour valve proportionnelle EDM-M3112 48
Tableau 20 : Spécification du manomètre digital 49
Tableau 21 : Légende du circuit hydraulique 50

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Modèles de sièges fabriqués par Amobi 12
Figure 2 : Cellules pneumatiques gonflables dans le siège Tech 3001 13
Figure 3 : Banc d'essai à l'œuvre sur un siège de la compagnie Amobi chez PMG Technologies à Blainville 14
Figure 4 : Point d'application de la force 17
Figure 5 : Point d'application de la force 18
Figure 6 : Points d'application des charges 19
Figure 7 : Diagramme des principales composantes d'un système hydraulique 20
Figure 8 : API de marque Allen-Bradley 25
Figure 9 : Microcontrôleur de marque Arduino 26
Figure 10 : Relais mécanique 27
Figure 11 : Représentation schématique du moteur électrique AC 30
Figure 12 : Représentation schématique du réservoir 31
Figure 13 : Photo de l'ensemble pompe-moteur-réservoir 32
Figure 14 : Photo du bloc manifold 33
Figure 15 : Photo des 2 vérins (non installées) 34
Figure 16 : Représentation schématique d'un vérin 35
Figure 17 : Photos des manomètres raccordés aux vérins et au bloc manifold 36
Figure 18 : Les trois positions des distributeurs 37
Figure 19 : Écoulement du fluide dans un vérin selon la position du tiroir du distributeur 38
Figure 20 : Photos des 3 distributeurs 38
Figure 21 : Photos des 2 manettes de contrôle 39
Figure 22 : Boîte de conversion entre la manette et le distributeur 39
Figure 23 : Photo des limiteurs de débit 40
Figure 24 : Représentation schématique du limiteur de débit 40
Figure 25 : Vue en coupe du limiteur de pression à piston à tête tronconique 41
Figure 26 : Photo des limiteurs de pression 42
Figure 27 : Représentation schématique du limiteur de pression avec un port de contrôle P 42
Figure 28 : Photo de la valve en cartouche installée sur le bloc manifold 43

Figure 29 : Montage d'une valve de mise à vide simplifié 45
Figure 30 : Montage d'une valve de mise à vide pilotée..... 45
Figure 31 : Représentation schématique de la valve de mise à vide 46
Figure 32 : Limiteur de pression à commande électrique proportionnelle de type cartouche..... 47
Figure 33 : Courbe de la pression en fonction du courant fournie au solénoïde (débit en entrée Q = 0,5 l/mn) 48
Figure 34 : Photo du manomètre digital choisie 49
Figure 35 : Circuit hydraulique de la solution finale 51
Figure 36 : Procédure d'arrêt d'urgence 55
Figure 37 : Exemple de circuit dans lequel l'accumulateur est utilisé comme source d'énergie auxiliaire 56
Figure 38 : Abaque viscosité-température (d'après ASTM D 341) montrant la relation de la viscosité en fonction de la température pour 4 fluides d'indices de viscosité différents (22, 32, 46, 68) 62

LISTE DES ABRÉVIATIONS

API :	Automate programmable industriel
PLC :	Programmable Logic Controller (équivalent anglais de API)
CPU :	Central Processing Unit (équivalent anglais de processeur)
E/S :	Entrée/Sortie
GRAFCET :	Graphe fonctionnel de commande d'étape-transition
PID :	Proportionnel intégral dérivé
GEMMA :	Guide d'étude des modes de marches et arrêts
CA :	Courant alternatif
CC :	Courant continu

INTRODUCTION

Le présent document est le fruit du travail effectué dans le cadre du projet d'étude en ingénierie. Le projet en question est réalisé pour Amobi, un manufacturier de sièges pneumatiques ergonomiques haut de gamme pour camions, autobus et équipements industriels. Les clients d'Amobi désirent que les sièges installés dans leurs véhicules soient conformes aux normes de sécurité volontaire[1] des CMVSS no 207 et 210 de Transport Canada. L'objectif principal de ce projet est de concevoir une unité de contrôle pour résoudre les restrictions majeures que rencontre le banc d'essai présentement. Le banc d'essai actuel ne permet pas de respecter la procédure des tests et il est difficile à opérer. Pour atteindre cet objectif, la sélection des composantes hydrauliques et électroniques, la conception du circuit hydraulique de la solution finale, l'écriture du programme de l'unité de contrôle et la conception d'une interface homme-machine doivent être effectuées.

[1] Une norme volontaire n'a pas à être obligatoirement respectée comparativement aux lois et règlements dictés par les gouvernements provinciaux et fédéraux. La plupart du temps, l'entreprise consent à adhérer à ces normes autoréglementaires puisque cela présente plus d'avantages que d'inconvénients.

1. ÉTUDE DES BESOINS ET MANDAT

Cette section documente tous les renseignements obtenus lors de la collecte de données.

1.1 Présentation de l'entreprise

L'entreprise pour laquelle le projet est réalisé est Amobi. Cette compagnie fait partie du Groupe Dion, qui possède plusieurs divisions, soit industrielles (Pro-AB, Équipement TNO, Dion Peinture Industrielle, Amobi, Acces Industriel, Access Mining Services), automobiles (Action Kia, Acces Toyota, Hino Nord-Ouest, Location Dion, Au Carrossier) et de produits récréatifs (Équipement TNO, Marine Lamy et Amobi). Amobi est un manufacturier de sièges pneumatiques ergonomiques haut de gamme pour camions, autobus et équipements industriels. Amobi fabrique également des toiles protectrices multiusages pour bateaux, pontons, motos, tracteurs et motoneiges. Dans ce travail et dans ceux qui suivront, nous ne traiterons toutefois pas davantage de ces derniers puisque notre projet relève plutôt du département qui s'occupe de la fabrication des sièges. Amobi dessert le marché canadien, mais exporte aussi ces sièges à des agents manufacturiers et des distributeurs dispersés dans différentes régions des États-Unis. La figure 2 présente la gamme de sièges fabriquée par Amobi.

Figure 1 : Modèles de sièges fabriqués par Amobi

1.2 Description du produit

Les sièges fabriqués par Amobi sont constitués de plusieurs ballons indépendants qui se gonflent pour s'adapter à la masse et à la taille du conducteur. Ces ballons apportent un support dorsal et latéral qui, combiné à la base pneumatique à amortisseurs, permet de diminuer l'impact des chocs et des vibrations créés par la route sur le corps du conducteur.

Ces sièges sont entièrement réglables, c'est-à-dire que des manettes de contrôle permettent l'ajustement de nombreux points selon les préférences du conducteur; la position avant-arrière du siège, la profondeur et l'inclinaison de l'assise, l'inclinaison du dossier, la forme de l'assise et du dossier, la hauteur du siège et la suspension de la base du siège. Les produits fabriqués par Amobi sont très durables, car ils doivent tenir aussi longtemps que le véhicule dans lequel ils seront installés. De plus, ils doivent aussi résister à des ajustements très fréquents puisque ces véhicules sont souvent conduits par un grand nombre de personnes différentes.

La majorité des pièces composant les sièges sont fabriquées par des sous-traitants. L'assemblage du produit final est cependant entièrement fait chez Amobi. C'est aussi là que se fait la conception, l'amélioration et le test des produits fabriqués.

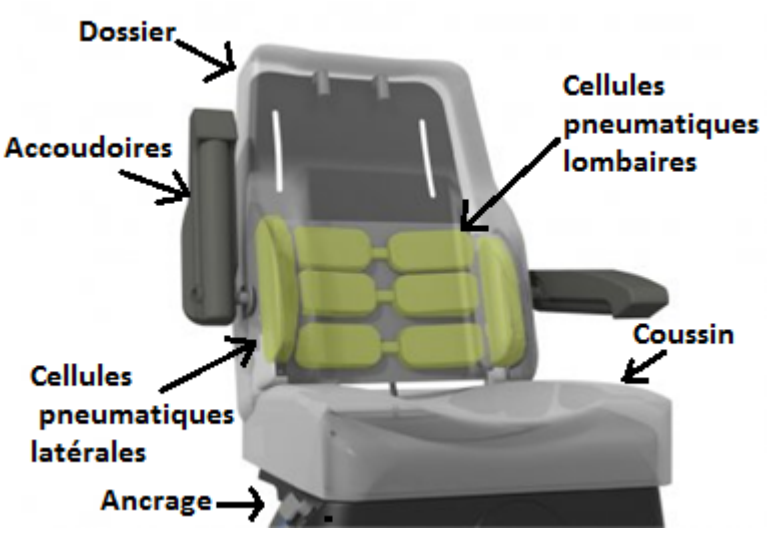


Figure 2 : Cellules pneumatiques gonflables dans le siège Tech 3001

1.3 Description du procédé

Les produits d'Amobi sont faits selon les besoins des clients, et la majorité de ceux-ci désirent que les sièges installés dans leurs véhicules soient conformes aux normes volontaires de Transport Canada. Pour s'assurer de cette conformité, la compagnie doit tester elle-même ses sièges avant d'en produire un grand nombre lorsqu'il s'agit d'un nouveau concept, ou d'un concept existant dont on a modifié des composantes structurales. C'est pourquoi Amobi s'est doté d'un banc d'essai pour siège visant à tester la conformité aux Normes de sécurité des véhicules automobiles du Canada (NSVAC ou CMVSS - Canada Motor Vehicle Safety Standards) no 207 et 210.

Les essais effectués visent à tester la réaction du siège et de son ancrage à différentes forces appliquées sur celui-ci. Le banc est donc constitué d'un cadre de métal sur lequel est installé un exemple d'ancrage de siège fourni par la compagnie Novabus, client d'Amobi, ainsi que d'une unité composée de deux cylindres hydrauliques pour appliquer les forces en question.

Figure 3 : Banc d'essai à l'œuvre sur un siège de la compagnie Amobi chez PMG Technologies à Blainville

1.4 Mise en contexte de la problématique

Présentement, l'entreprise a un banc d'essai qui est utilisé pour effectuer les tests normatifs exigés par les normes CMVSS 207 et 210. L'unité de contrôle utilisé jusqu'à ce jour présente des restrictions majeures, tel que :

1. Seule une personne expérimentée dans le contrôle des valves solénoïdes est apte à opérer le banc de façon acceptable. Le banc d'essai ne dispose pas d'une interface homme-machine conviviale.
2. Le contrôle des forces appliquées par les vérins hydrauliques se fait par le réglage des valves. Les forces ne sont pas appliquées instantanément.
3. Le banc d'essai actuel ne permet pas d'appliquer deux forces simultanément sur le siège.
4. Il y a un léger déplacement du siège pendant l'opération du banc d'essai, ce qui fait en sorte que les forces réelles appliquées par les cylindres ne demeurent pas constantes. L'opérateur du banc d'essai doit continuellement surveiller plusieurs manomètres et ajuster la pression dans les cylindres pour corriger les effets de cette perturbation.
5. La mesure des pressions déployées est pénible à cause de l'imprécision de l'échelle des cadrans des manomètres. Il est ainsi impossible d'opérer le banc d'essai à basse pression.

1.5 Objectifs, contraintes et restrictions

L'objectif principal de ce projet est de concevoir une unité de contrôle résolvant les restrictions majeures que rencontre le banc d'essai présentement. En d'autres mots, Amobi veut disposer d'un banc d'essai permettant d'effectuer tous les tests reliés aux normes CMVSS 207-210 en gagnant en flexibilité et facilité d'utilisation. D'autre part, l'une des contraintes de ce projet est l'adaptation de la solution recommandée sur le banc d'essai existant. Il y a également une contrainte monétaire puisque l'investissement total de l'ensemble de la solution ne doit pas dépasser 8000 $. Le client est à la recherche d'une solution la plus abordable possible puisque le banc d'essai n'est utilisé que quelques fois par année.

1.6 Formulation du mandat

Les tâches du mandat de ce projet sont les suivantes :

1. Analyser l'unité actuelle
2. Concevoir une unité de contrôle incluant :
    - La sélection des composantes hydrauliques et électroniques
    - Le plan du circuit hydraulique de la solution finale
    - Le programme de l'unité de contrôle
3. Concevoir une interface homme-machine conviviale
4. Rédiger un mode d'emploi pour l'utilisation du banc d'essai
5. Évaluer le budget nécessaire pour fabriquer la nouvelle unité

1.7 Normes applicables

La compagnie SRD Bolduc Inc. a préparé en 2005 pour Amobi un document décrivant les procédures à suivre, les informations à rapporter et le format des rapports d'essais requis pour démontrer la conformité de sièges de véhicules aux normes de sécurité des véhicules automobiles du Canada NSVAC/CMVSS no 207 (ancrage des sièges) et 210 (ancrage de ceinture de sécurité). Vous retrouvez ci-dessous la description des trois tests normatifs qui doivent être effectués sur les sièges que l'on désire tester.

Test No. 1– Application de la force produisant un couple [NSVAC 207 1(b)ii(A)]

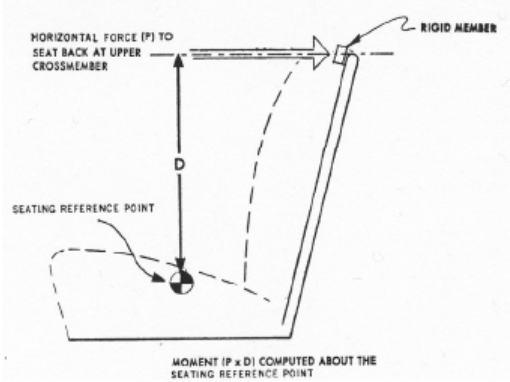

HORIZONTAL FORCE (P) TO SEAT BACK AT UPPER CROSSMEMBER
RIGID MEMBER
D
SEATING REFERENCE POINT
MOMENT (P x D) COMPUTED ABOUT THE SEATING REFERENCE POINT

Figure 4 : Point d'application de la force

Étape 1

Appliquer une charge (en livres) égale à 3300 divisée par la distance « D ». La distance « D » étant la distance en pouces, entre le point de référence assise[2] et la pièce transversale la plus élevée du dossier ou de la partie supérieure du dossier. La charge doit être appliquée sur la partie transversale la plus élevée du dossier et vers l'arrière à un angle de 0 degré.

Étape 2

Relâcher la charge.

[2] La méthode pour déterminer le point de référence assise est expliquée en annexe.

Test No. 2– Application de la charge vers l'arrière [NSVAC 207 1(a)i(B)]

Figure 5 : Point d'application de la force

Étape 1

Appliquer une charge (en livres) égale à 20 fois le poids du siège sur un intervalle de temps de 29 secondes. La charge doit être appliquée au centre de gravité du siège et vers l'arrière à un angle de 0 degré.

Étape 2

Maintenir la charge pendant au moins 10 secondes.

Étape 3

Relâcher la charge.

Test No. 3– Application simultanée des forces [NSVAC 207 1(a)ii]

Figure 6 : Points d'application des charges

Étape 1

Appliquer 2 charges simultanément sur un intervalle de temps de 29 secondes.

- La première charge (en livres) est égale à 20 fois le poids du siège et est appliquée au centre de gravité du siège, vers l'avant à un angle de 0 degré.
- La valeur de la seconde charge dépend du type de ceinture installée sur le siège. S'il s'agit d'une ceinture de type I[3], la charge à appliquer est de 5000 livres. Si la ceinture est de type II[4], la charge à appliquer est de 3000 livres. Cette charge doit être appliquée par le biais d'une forme de corps retenue par la ceinture de sécurité du véhicule à un angle compris entre 5 et 10 degrés de l'horizontale.

Étape 2

Maintenir les charges pendant au moins 10 secondes.

Étape 3

Relâcher les charges.

[3] Ceinture de sécurité à 2 points d'ancrage, où une seule sangle est raccordée de chaque côté du bassin.
[4] Ceinture de sécurité à 3 points d'ancrage, où la sangle à deux points remonte en travers la poitrine du passager.

2. CADRE THÉORIQUE ET ÉLABORATION DES HYPOTHÈSES

2.1 Cadre théorique

Tout système à fluide sous pression comme celui du banc d'essai est toujours composé de trois types de composantes, soit :

- Les composantes actives, qui convertissent et modulent l'énergie;
- Les composantes de liaison, qui acheminent l'énergie, d'une composante active à une autre, du moteur à la charge;
- Les composantes passives, qui exercent des fonctions secondaires, mais qui sont essentielles pour assurer le bon fonctionnement du système;

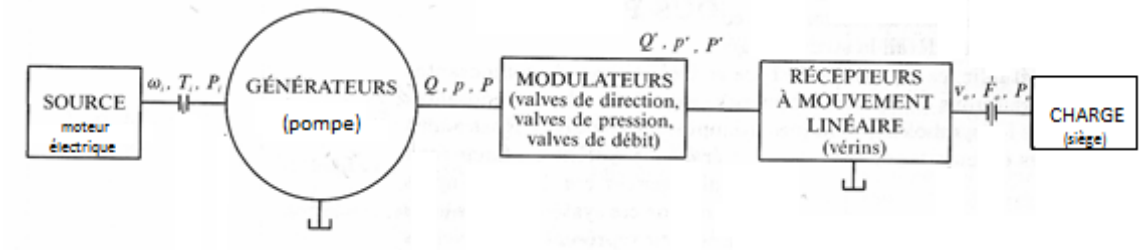


Figure 7 : Diagramme des principales composantes d'un système hydraulique

2.1.1 Composantes actives

2.1.1.1 Générateurs

Sur le banc d'essai, c'est la pompe (générateur pour les liquides) qui produit l'énergie fluide (volume de fluide sous pression). La puissance fluide est le taux de variation de cette énergie fluide et est obtenue en multipliant le débit, Q, et la pression, p, du fluide.

La pompe se caractérise par sa cylindrée, D, qui dépend du volume de fluide refoulé par unité de déplacement angulaire de l'arbre (tour ou radian). Les variables de sortie Q et P peuvent être exprimées en fonction des variables d'entrée, ω_i et T_i selon les équations suivantes :

$$Q = \omega_i D$$

$$p = \frac{T_i}{D}$$

où Q = débit (m^3/s)

ω_i = vitesse angulaire (rad/s)

D = cylindrée (m^3/rad)

p = pression (Pa)

T_i = couple (N·m)

En considérant la pompe comme un générateur idéal permettant de transformer l'énergie fluide sans aucune perte, on peut affirmer que la puissance fluide, P, au refoulement est égale à la puissance mécanique d'entrée, P_i soit :

$$P_i = T_i \omega_i$$

où

$$P_i = Qp$$

où P_i est exprimé en watts.

2.1.1.2 Modulateurs

Les modulateurs dans le système hydraulique sont les valves de direction (distributeurs), les valves de pression et les valves de débit. Sur le banc d'essai, les valves de direction (distributeurs) permettent de diriger le fluide d'un côté ou de l'autre dans les vérins (récepteurs), pour qu'ils puissent travailler dans la direction voulue.

Les valves de pression et les valves de débit servent respectivement à contrôler la pression et le débit du fluide qui est livré aux récepteurs (vérins). Lorsque l'huile hydraulique traverse une valve de pression, le fluide est soumis à une réduction de pression (de p à p'), et, lorsque cette huile traverse une valve de débit, elle subit une limitation de débit (de Q à Q').

2.1.1.3 Récepteurs

Les récepteurs dans le système hydraulique sont à mouvement linéaire. Les vérins sont des récepteurs qui absorbent l'énergie fluide et la transforment pour produire un travail mécanique en translation. Le vérin reçoit le fluide sous pression et en extrait l'énergie, avant de le renvoyer vers le réservoir. Le vérin est caractérisé par une aire, A. Ainsi, on peut exprimer les deux variables de sortie v_o et F_o en fonction des deux variables d'entrée, p' et Q' selon les équations suivantes:

$$v_o = \frac{Q'}{A}$$

$$F_o = p'A$$

Dans le cas d'un vérin idéal, on peut écrire :

$$P_o = F_o v_o$$

Soit

$$P_o = Q' p'$$

Où v_o = vitesse (m/s)

A = aire effective (m^2)

F_o = force (N)

2.1.2 Composantes de liaison

Dans le système hydraulique, les composantes de liaison sont le fluide lui-même et les diverses canalisations. L'huile hydraulique (fluide) sert à transporter l'énergie fluide, mais aussi à lubrifier les pièces mobiles des vérins. Cette huile circule dans les canalisations d'une composante à une autre. Pour éviter d'influencer l'efficacité et la fiabilité du système hydraulique, on doit bien choisir, dimensionner et installer les canalisations.

2.1.3 Composantes passives

Les composantes passives du système hydraulique sont respectivement le réservoir de la pompe qui permet le stockage de l'huile et la crépine qui est un filtre grossier qui protège le fluide contre les polluants externes.

2.2 Élaboration des hypothèses

Voici toutes les hypothèses qui ont été posées dans le cadre de ce projet :

- La pompe fournie suffisamment de puissance hydraulique pour opérer les deux vérins simultanément.
- Les pertes volumétriques dans le circuit sont considérées comme étant négligeables.
- La pompe se décharge par une valve de mise à vide lorsque les vérins sont au repos.
- Le troisième distributeur installé par Géliko Inc. est inutile actuellement.

3. MISE EN ŒUVRE DU MANDAT

3.1 La recherche de solutions

3.1.1 Solution No. 1 - Automate programmable

Un automate programmable industriel (API) est un dispositif électronique qui exerce des fonctions de contrôle de processus industriels. Sa fonction est d'envoyer des commandes aux préactionneurs (ex : les valves) à partir des données d'entrées qui proviennent des différents capteurs. L'API est composée d'une unité de calculs (processeur), d'une alimentation AC/DC, et de modules qui sont choisis selon les besoins de l'application tel que les cartes d'entrées-sorties, les modules de communication, les modules de commande, etc. L'API peut être reliée à une interface homme-machine, à un pupitre opérateur, à une interface graphique ou à un ordinateur. Les langages de programmation standards de l'API sont le Grafcet et le Ladder.

Figure 8 : API de marque Allen-Bradley

Tableau 1 : Avantages et inconvénients d'un automate programmable

Avantages	Inconvénients
▪ Peu encombrant ▪ Temps de réponse rapide ▪ Facile à programmer ▪ Consommation électrique acceptable ▪ Configurables et extensibles par modules ▪ Robuste	▪ Dispendieux pour les petites ou simples applications ▪ Logiciel de programmation non gratuit

3.1.2 Solution No. 2 - Microcontrôleur

Un microcontrôleur est comme l'API un dispositif électronique programmable qui peut lire des signaux d'entrées et envoyer des signaux de commande à des périphériques externes. De plus, le microcontrôleur rassemble dans un circuit intégré tous les éléments essentiels à son bon fonctionnement, soit le processeur, la mémoire, les unités périphériques et les interfaces d'entrées-sorties. Les langages de programmation des microcontrôleurs sont variés : Basic, C, C++, Java, etc.

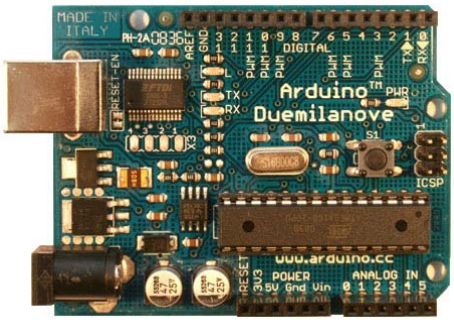


Figure 9 : Microcontrôleur de marque Arduino

Tableau 2 : Avantages et inconvénients d'un microcontrôleur

Avantages	Inconvénients
▪ Très peu encombrant ▪ Très faible consommation électrique ▪ Logiciel de programmation généralement gratuit ▪ Solution économique pour les petites ou simples applications	▪ Peu d'entrées/sorties ▪ Langages de programmation plus contraignants que le Ladder et le Grafcet ▪ Non extensible ▪ Très fragile ▪ Vitesse de fonctionnement plus faible

3.1.3 Solution No. 3 - Relais

Avant l'avènement de l'automate programmable dans le début des années 1970, les systèmes étaient automatisés à l'aide de relais. Les relais peuvent être activés et désactivés sans interrupteur manuel. Aujourd'hui, les relais servent à réduire la taille des panneaux de contrôle des machines ou à créer des cycles d'automatismes simples. Mais pour les automatismes qui requièrent un grand nombre d'entrées sorties, on doit remplacer le système de relayage devenant trop complexe par un automate programmable.

Figure 10 : Relais mécanique

Tableau 3 : Avantages et inconvénients d'un relais

Avantages	Inconvénients
▪ Pas de programmation requise ▪ Solution économique pour les petites ou simples applications	▪ Très encombrant ▪ Solution non idéale pour créer des cycles d'automatismes complexes ▪ Technologie vieillissante

3.2 Élaboration du barème

Le barème est essentiel lors de l'étape de la prise de décision, pour accorder le pointage à chaque solution et pour permettre au concepteur de se fixer des priorités de conception. Le barème est conçu en fonction des critères de qualités recherchées que l'on associe à une échelle de satisfaction avec une pondération de 1 à 4.

Tableau 4 : Barème

Critères	Objectif	1	2	3	4
Simplicité	La programmation et/ou l'installation de la solution doivent être faciles	Très difficile	Difficile	Facile	Très facile
Compatibilité	L'unité doit être compatible avec les équipements du banc d'essai	Pas compatible	Peu compatible	Compatible	Très compatible
Espace	L'espace requis pour installer l'unité est limité	Volume imposant	Volume élevé	Volume moyen	Volume négligeable
Fiabilité/ Durabilité	L'unité doit être fiable et durable	Très faible	Moyennement faible	Moyennement élevé	Élevé
Coût	Les contraintes budgétaires doivent être respectées.	Très dispendieux	Dispendieux	Abordable	Très abordable
Efficacité énergétique	La consommation électrique doit diminuer.	Consommation élevée	Consommation normale	Consommation faible	Consommation très faible
Sécurité	Les risques d'accident de travail doivent diminuer	Très risqué	Risqué	Peu risqué	Aucun risque

3.3 Matrice de décision

Le tableau suivant présente la matrice de décision. Pour procéder à l'évaluation de chacune des solutions, on a attribué à chaque critère une note située en 1 et 4. Les notes des critères sont multipliées par leurs pondérations respectives, ils sont ensuite additionnés puis enfin diviser par 4 pour obtenir la note en pourcentage de chaque solution. Selon les scores obtenus, c'est l'automate programmable qui est considéré comme étant la meilleure unité de contrôle.

Tableau 5 : Matrice de décision

Critères	Pondération	Solution		
		1	2	3
		Automate programmable	Microcontrôleur	Relais
Simplicité	30 %	4	3	1
Compatibilité	20 %	4	2	1
Espace	5 %	3	4	1
Fiabilité/Durabilité	10 %	4	2	1
Coût	15%	2	4	3
Efficacité énergétique	5 %	3	4	2
Sécurité	15 %	4	1	1
Résultat	100 %	90 %	66,2 %	33,8%

3.4 La conception de la solution recommandée

3.4.1 Étude du système hydraulique existant

La présente section est une étude plus détaillée portant sur les principales composantes dont est constitué le banc d'essai actuel. L'étude comporte une analyse de leurs caractéristiques principales et de leurs modes de fonctionnements. On y présente également les symboles graphiques de ces composantes. Cette étude est une étape primordiale pour pouvoir bien choisir les nouveaux équipements et concevoir le circuit hydraulique de la solution finale.

3.4.1.1 Ensemble pompe-moteur-réservoir

Comme dans les tous systèmes hydrauliques, le banc d'essai dispose d'un ensemble pompe-moteur-réservoir. La pompe transforme l'énergie mécanique fournie par le moteur électrique rotatif en énergie fluide. La pompe démarre dès qu'on branche le moteur électrique à la prise de courant. Vous retrouverez ci-dessous les spécifications de ces composantes et une photo prise sur place de l'ensemble.

Moteur électrique AC

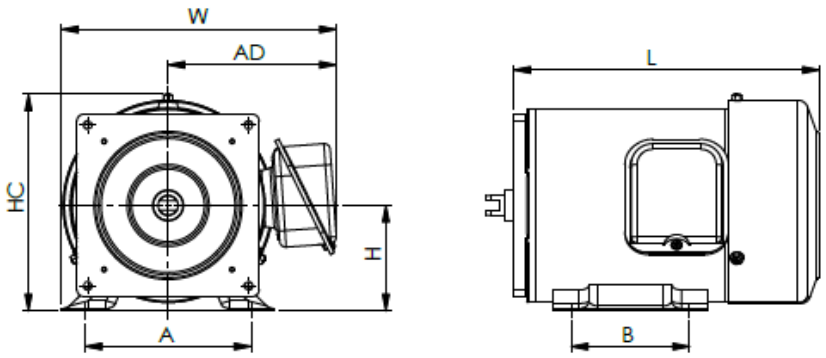


Figure 11 : Représentation schématique du moteur électrique AC

Tableau 6 : Spécifications du moteur électrique

Marque	Code de référence	Numéro de série	Puissance (HP)	Voltage (V)	Vitesse (RPM)
HY-SPEC	MFG03	HYSW850203-1G	1	110/220	1800

Pompe

Tableau 7 : Spécifications de la pompe (supposition[5])

Marque	Débit max (GPM)	Pression max (PSI)	Cylindrée (cm^3/tr)
Inconnu	1,8	3200 PSI	4

Réservoir

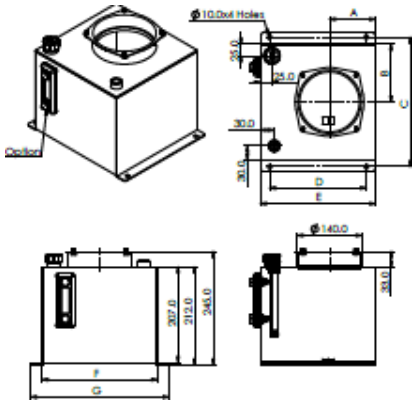


Figure 12 : Représentation schématique du réservoir

[5] Le débit et la pression pouvant être fournie par la pompe sont des informations qui ont été fournies par l'opérateur du banc d'essai, mais qui ne sont pas vérifiables.

Tableau 8 : Spécifications du réservoir

Marque	Code de référence	Numéro de série	Volume (L)
HY-SPEC	V120	HYSW880117	12

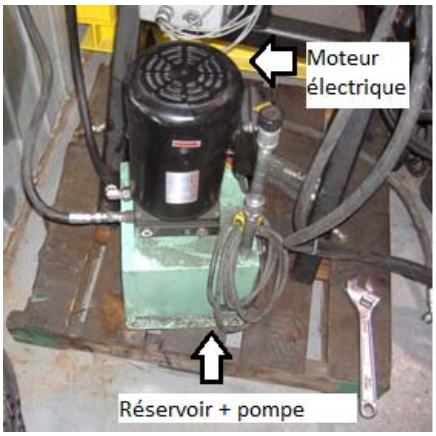


Figure 13 : Photo de l'ensemble pompe-moteur-réservoir

3.4.1.2 Bloc Manifold (bloc foré)

Un bloc manifold est un bloc de métal avec plusieurs canaux intégré, conçu pour la conduite de fluide dans des espaces confinés. On retrouve sur le bloc des cavités dans lesquelles on peut installer différentes composantes hydrauliques (valves, manomètres, tuyau, etc.).

Tableau 9 : Spécifications du bloc manifold

Marque	Numéro de série	Description	Nombre de sections	Ports	Orifice de sécurité	Pression d'opération maximale (PSI)
HY-SPEC	HYSDD03-P-03-2SS	Type D03 Circuit parallèle	3	P & T = SAE 10 A & B = SAE 8 GA = SAE 6	T-10A	5000

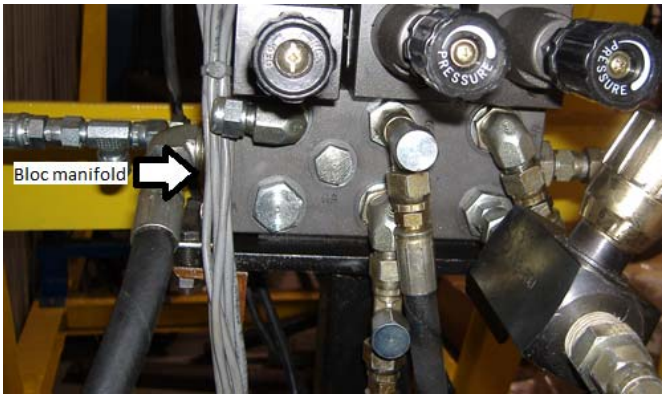


Figure 14 : Photo du bloc manifold

3.4.1.3 Vérins

Les 2 vérins hydrauliques utilisés dans le banc d'essai sont des vérins à mouvement linéaire et à double effet (deux directions de travail) qui convertissent l'énergie fluide en énergie mécanique. Chaque vérin est composé d'un tube cylindrique (le cylindre) dans lequel est insérée une pièce mobile (le corps du piston) qui assure l'étanchéité entre deux chambres. La tige rigide qui est reliée au corps du piston sert à transmettre l'effort et le déplacement. Les vérins comportent deux orifices (alimentation et refoulement) et la pression peut être appliquée de chaque côté du piston pour entraîner son déplacement dans un sens ou dans l'autre. Ce sont les distributeurs qui permettent d'intervertir les rôles des deux orifices pour contrôler la direction de la tige.

Par ailleurs, il peut y avoir des fuites volumétriques internes et externes dans les vérins et qui sont indésirables, car elles réduisent la durée de vie et le rendement des vérins. La fuite interne est en fait un écoulement de l'huile de la chambre à haute pression vers la chambre à basse pression qui est due au jeu entre le corps du piston et la paroi interne du cylindre. Il peut également y avoir une fuite externe due au jeu entre la tige du piston et la tête du cylindre. Pour réduire ces fuites, on installe des joints d'étanchéités sur le corps du piston et sur la tête du cylindre.

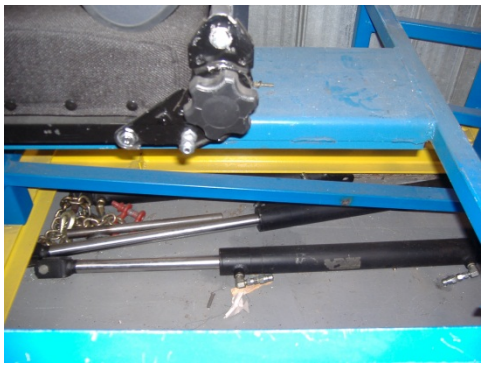
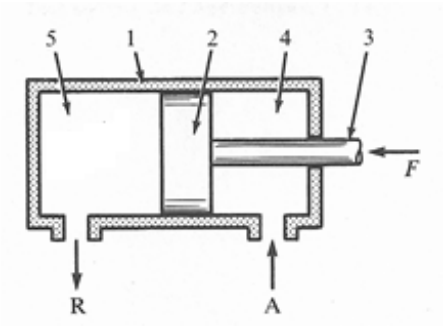


Figure 15 : Photo des 2 vérins (non installées)



Légende :

1 : Cylindre

2 : Piston

3 : Tige

4 : Chambre d'admission

5 : Chambre de refoulement

A : Orifice d'admission

R : Orifice de refoulement

Figure 16 : Représentation schématique d'un vérin

La principale caractéristique des vérins est l'aire effective sur laquelle le fluide exerce une pression. Les aires effectives du corps du piston (côté fond du vérin et côté tête du vérin) sont différentes à cause de la présence de la tige sur une seule face du corps du piston. Par conséquent, pour des mêmes pressions d'admission, la force de contraction est plus faible que la force d'extension. Les équations ci-dessous servent à convertir les forces (lb) en pression (psi) selon le sens d'application du vérin.

Calcul pour la conversion force-pression :

Diamètre du piston[6] : 2,5 po

Diamètre de la tige : 1,5 po

$$Surface\ piston = \frac{\pi * (diamètre\ piston)^2}{4} = \frac{\pi * (2{,}5\ \text{po})^2}{4} = 4{,}9087\ po^2$$

$$Surface\ tige = \frac{\pi * (diamètre\ tige)^2}{4} = \frac{\pi * (1{,}5\ \text{po})^2}{4} = 1{,}7671\ po^2$$

$$Pression\ d'admission\ côté\ tête\ du\ vérin = \frac{Force\ _{contraction}}{(surface\ piston - surface\ tige)}$$

$$Pression\ d'admission\ côté\ fond\ du\ vérin = \frac{Force_{extension}}{surface\ piston}$$

[6] Bore est le terme équivalent du corps du piston.

Tableau 10 : Spécifications des 2 vérins

Marque	Numéro de série	Type d'orifices	Poids (livres)	Pression maximale (pouce)
HY-SPEC	HYS 25FEM24-NW	SAE-8	40	3000 PSI

3.4.1.4 Manomètre

Actuellement, les pressions exercées dans le bloc manifold et dans chaque chambre des vérins sont mesurées à l'aide de manomètre à glycérine.

Tableau 11 : Spécifications des manomètres à glycérine

Marque	Numéro de série	Localisation	Diamètre (pouce)	Connexion	Échelle du cadran (PSI)
HY-SPEC	HYSG22LXB3000PSI-1/4NPT	Bloc manifold	2,5	¼ NPT	0 à 3000
HY-SPEC	HYSG22LXB5000PSI-1/4NPT	2 par vérin			0 à 5000

G

Figure 17 : Photos des manomètres raccordés aux vérins et au bloc manifold

3.4.1.5 Les distributeurs

Dans le système hydraulique, les distributeurs (valves de distribution) sont les composantes actives (modulateurs) qui permettent la distribution du flux d'énergie vers les 2 vérins (récepteurs) pour les libérer, les arrêter ou les rétracter. Sur les trois distributeurs installés sur le banc d'essai, seuls, 2 d'entre eux sont utilisés. Le troisième distributeur a été installé au cas où un troisième vérin serait nécessaire pour réaliser des tests futurs d'après l'opérateur du banc d'essai. Il s'agit de distributeurs à tiroir (de type coulissant) à quatre orifices et à trois positions, à action pilotée, à commande électrique par solénoïdes et à centrage par ressort de rappel.

En alimentant l'un des deux solénoïdes avec un courant électrique, le tiroir du distributeur se déplace et l'huile circule par des canaux internes de la valve, vers l'une des extrémités du tiroir principal pendant que l'autre extrémité de ce tiroir est raccordée au réservoir du système par l'action du distributeur pilote. La pression qui s'exerce sur la face du tiroir principal engendre une force qui pousse ce dernier et le maintien en position à voies parallèles ou en position à voies croisées. En alternant entre la position à voies parallèles et la position à voies croisées, le sens de l'écoulement du fluide dans le vérin change et donc le sens de l'application de la force. Par ailleurs, lorsque les deux solénoïdes du distributeur ne sont plus alimentés par un courant électrique, le tiroir principal revient à sa position de repos grâce à la poussée du ressort de rappel. Puisqu'il s'agit de distributeurs à centre fermé, l'huile ne peut alors plus circuler dans les distributeurs et être acheminée dans les vérins.

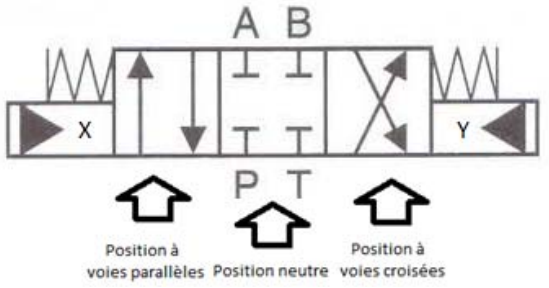
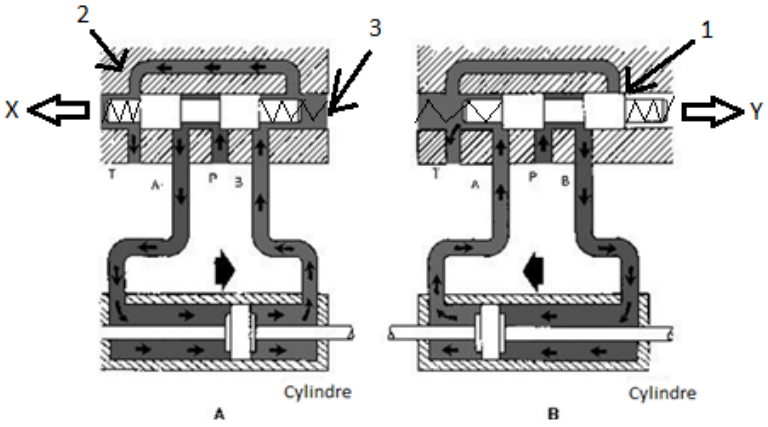


Figure 18 : Les trois positions des distributeurs



Légende :

T : *Orifice du réservoir*

P : *Orifice de la pompe*

A & B : Admission et refoulement

1 : *Tiroir*

2 : *Corps de valve*

3 : Ressort de rappel.

Figure 19 : Écoulement du fluide dans un vérin selon la position du tiroir du distributeur

Tableau 12 : Spécifications du distributeur à trois positions, 4 orifices, et à centre fermé

Marque	Numéro de série	Tension (V)	Débit max (GPM)	Pression admissible (PSI)	
HY-SPEC	HYSFW-02-3C2-B110-Z5L-50	24 DC	9	4750 (Orifice A, B, P)	2320 (Orifice T)

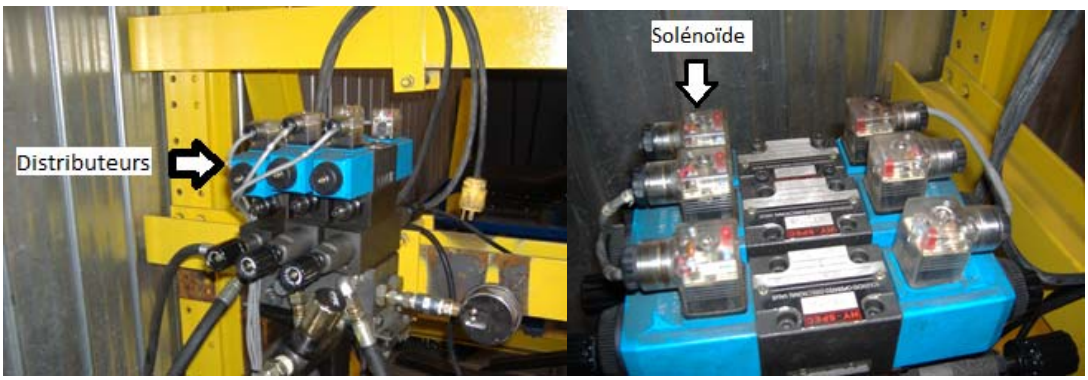


Figure 20 : Photos des 3 distributeurs

La commande des distributeurs

Actuellement, l'alimentation des solénoïdes en courant se fait via deux manettes de contrôle. On retrouve sur ces manettes au total 6 boutons qui permettent l'activation de chacun des solénoïdes. Le solénoïde demeure alimenté tant que l'opérateur exerce une pression sur le bouton. Évidemment, ces manettes deviendront inutiles lorsque les solénoïdes seront alimentés par l'automate programmable dans la solution finale.

Tableau 13 : Spécifications des manettes de contrôle

Marque	Numéro de série	Nombre de boutons
HY-SPEC	HYST90009-3P	2
	HYST90012-3P	4

Figure 21 : Photos des 2 manettes de contrôle

Figure 22 : Boîte de conversion[7] entre la manette et le distributeur

[7] Aucune spécification n'est disponible pour la boîte de conversion des manettes de contrôle

3.4.1.6 Limiteurs de débit

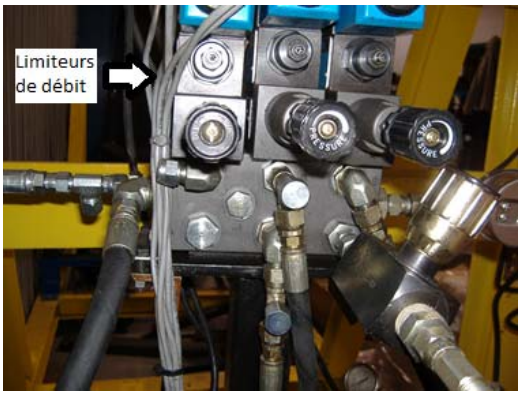


Figure 23 : Photo des limiteurs de débit

Les limiteurs de débit permettent de contrôler les débits d'alimentation des vérins et par ce fait les vitesses de sortie et de rentrée des tiges des deux vérins. Pour y arriver, ces valves régulent le débit du fluide en diminuant la section de l'ouverture empruntée par celui-ci. Le débit est proportionnel à cette ouverture et à la racine carrée de la perte de charge. Sur le banc d'essai, on retrouve 2 étrangleurs réglables à pointeau par vérin. L'étrangleur à pointeau est couplé dans le même corps de la valve avec un clapet de retenue avec ressort[8] pour que le débit ne soit limité que dans un seul sens de l'écoulement.

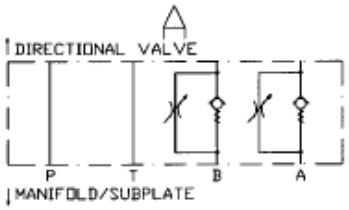


Figure 24 : Représentation schématique du limiteur de débit

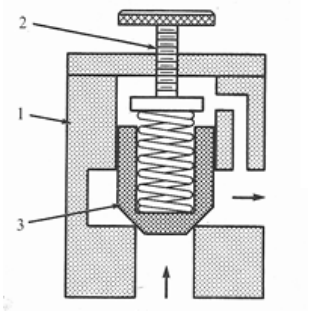
Tableau 14 : Spécification des étrangleurs à pointeau avec clapet de retenue avec ressort

Marque	Numéro de série	Type
Vickers	DGMFN-3-Y-A2W-B2W-41	Port double

[8] Il y a ouverture du clapet si la pression d'entrée est supérieure à la somme de la pression de sortie et de la pression du ressort.

3.4.1.7 Limiteurs de pression

Actuellement, le système hydraulique du banc d'essai est conçu de telle sorte qu'il peut fonctionner dans une gamme de pressions pour que les vérins puissent exercer des forces (tension et contraction) de différentes amplitudes telles que requises dans les tests CMVSS-207-210. Pour contrôler les pressions dans chaque chambre du vérin, on a recours à deux limiteurs de pression par vérin. Le système requiert aussi un limiteur de pression additionnel pour contrôler la pression totale qui est fournie dans le bloc manifold. Ces limiteurs de pression sont des valves normalement fermées qui sont montées en parallèle entre la branche d'approvisionnement du circuit et la branche de sortie connectée au réservoir.



Légende :

1 : Corps de valve

2 : Vis de réglage

3 : Piston cylindrique

Figure 25 : Vue en coupe du limiteur de pression à piston à tête tronconique

Le piston est soumis simultanément à la force de rappel du ressort et à la force hydraulique exercée par la pression du fluide sur la face inférieure qui pénètre à l'entrée du limiteur. On peut ajuster la force du ressort à l'aide d'une vis de réglage qui le comprime. L'ouverture de la valve se produit lorsque la force hydraulique est supérieure à la force du ressort. À cet instant, le surplus de fluide sous pression non désiré est acheminé vers le réservoir.

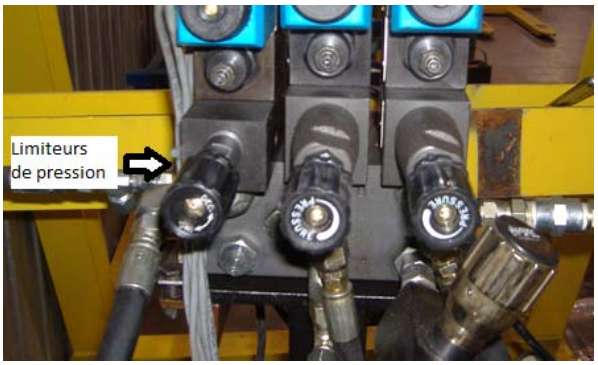


Figure 26 : Photo des limiteurs de pression

Tableau 15 : Spécifications du limiteur de pression de type modulaire[9]

Marque	Numéro de modèle	Diamètre des ports (pouce)	Port de contrôle	Échelle de la pression d'ajustement (PSI)
HY-SPEC	MRV-02-P-3-B	1/4	Port P	≈ 140-3555

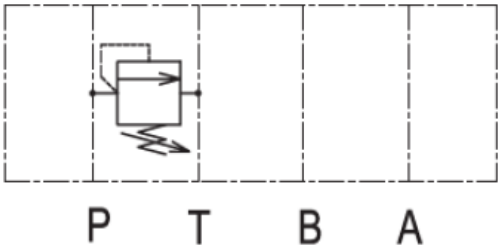


Figure 27 : Représentation schématique du limiteur de pression avec un port de contrôle P

[9] Les spécifications de ce tableau proviennent d'une valve de marque japonaise qui possède le même numéro de modèle que la valve installée sur le banc d'essai. Le numéro de série de la valve actuelle est MFGNO-L04-0803, mais elle n'a pas pu être retrouvée sur internet.

3.4.1.8 Valve de sécurité

On retrouve également deux valves de sécurité dans le circuit hydraulique qui servent à protéger les composantes hydrauliques et mécaniques contre les surcharges. La première, qui est de type cartouche, est connectée au bloc manifold et limite la pression maximum admissible dans celui-ci. La seconde fait partie de l'ensemble pompe-moteur-réservoir et protège le circuit en aval de la pompe. Les spécifications de cette valve sont par contre inconnues. On différencie les valves de sécurité des limiteurs de pression par le fait qu'elles ne sont actives que pendant les situations d'urgence contrairement aux limiteurs de pressions qui demeurent actifs pendant la totalité du cycle de travail du banc d'essai. Normalement, les pressions d'ouverture des valves de sécurité sont ajustées pour être 25% supérieures aux pressions d'opération.

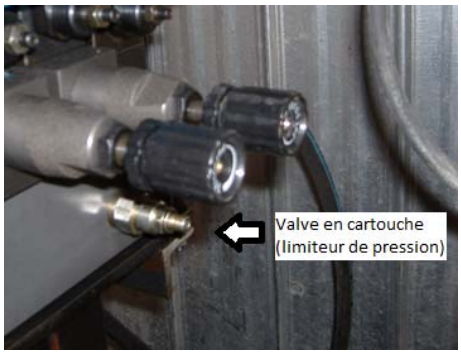


Figure 28 : Photo de la valve en cartouche installée sur le bloc manifold

Tableau 16 : Spécifications de la valve en cartouche installée sur le bloc manifold (limiteur de pression)

Marque	Numéro de série	Description	Plage de pression (PSI)
HY-SPEC	HYSRP10A-20AL	Type D03	100 – 3000

3.4.1.9 Valve de mise à vide

Puisque le banc d'essai utilise une puissance hydraulique considérable pendant son opération, le circuit hydraulique doit être conçu de façon à ce que la pompe ne puisse opérer lorsque les 2 vérins sont au repos. Autrement, si la pompe est autorisée à décharger par le limiteur de pression l'énergie fluide qui n'est plus utilisée, cela représente une perte d'énergie inadmissible qui se transforme en chaleur et qui affecte de nombreuses propriétés[10] du fluide, dont la viscosité. La surchauffe de l'huile peut également dégrader chimiquement l'huile et la rendre inutilisable de façon permanente. Une huile inutilisable augmente entre autres le taux de l'usure de nombreuses composantes du système.

L'opérateur du banc d'essai suppose que le déchargement de la pompe se fait actuellement directement dans le limiteur de pression. Par contre, selon une facture[11] qui m'a été remise par le représentant industriel, une valve de mise à vide aurait été installée sur le banc d'essai par Géliko Inc. en 2009. Bien que je n'aie pas pu retrouver cette valve dans le circuit hydraulique du banc d'essai, j'ai supposé qu'elle a été installée à l'intérieur du réservoir de la pompe.

Vous retrouverez ci-dessous deux configurations possibles qui illustrent comment la pompe hydraulique peut être déchargée avec une valve de mise à vide. Pour bien comprendre l'étude de ces configurations, il est bon de rappeler que la puissance circulant dans les canalisations du circuit hydrauliques est fonction de deux variables, la pression et le débit. On peut donc décharger la pompe en réduisant la pression à zéro ou en conservant la pression à sa pleine valeur, mais en réduisant le débit à zéro.

[10] Voir l'annexe pour consulter la théorie sur les propriétés recherchées du fluide.
[11] Voir l'annexe pour consulter la facture de Géliko.

Configuration No. 1

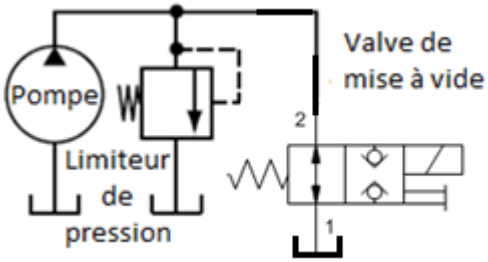


Figure 29 : Montage d'une valve de mise à vide simplifié

Le moyen le plus simple pour décharger la pompe est de court-circuiter le circuit en acheminant l'huile directement dans le réservoir grâce à l'ouverture d'une valve de mise à vide à 2 orifices normalement ouverts. Pour éviter que l'opérateur oublie de décharger la pompe lorsque la pression fournie par celle-ci n'est plus nécessaire, on a recours à une valve de mise à vide dotée d'un solénoïde qui est actionné automatiquement par les valves de distribution. En utilisant un automate programmable ou un relais, on peut faire en sorte que lorsque les deux distributeurs sont à la position neutre que le solénoïde de la valve de mise à vide soit alimenté en courant.

Configuration No. 2

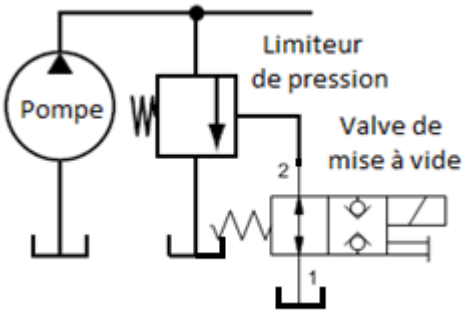


Figure 30 : Montage d'une valve de mise à vide pilotée

Une autre solution possible pour décharger la pompe est d'utiliser une valve de mise à vide pilotée par un limiteur de pression. Cette configuration permet de pouvoir effectuer un

déchargement d'une plus grande quantité d'huile vers le réservoir. Le limiteur de pression est dimensionné pour pouvoir supporter le volume de l'écoulement. De plus, on utilise également une valve de mise à vide à 2 orifices normalement ouverts dotée d'un solénoïde pour la même raison qu'énoncée précédemment.

Tableau 17 : Spécification de la valve de mise à vide à deux orifices normalement ouverts avec solénoïde

Marque	Numéro de série	Connexion	Voltage (V)	Débit admissible (GPM)
HY-SPEC	DTDA-MNH-221-GAB	3/8 NPT	115/60	10

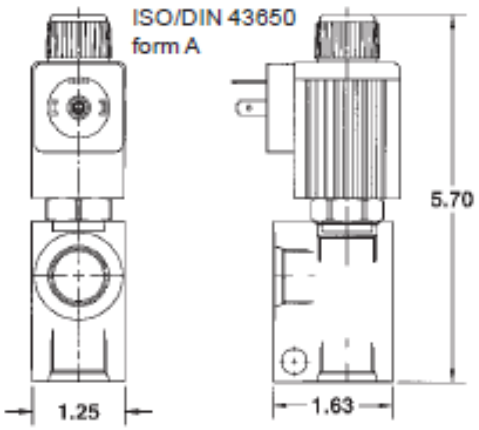


Figure 31 : Représentation schématique de la valve de mise à vide

3.4.2 Choix des composantes

Parmi toutes les composantes étudiées dans la précédente section, seuls les limiteurs de pressions et les manomètres doivent être changés pour pouvoir procéder à l'automatisation du système. On doit avoir recours à des limiteurs de pression à commande électrique et à des manomètres digitaux. On pourra ainsi augmenter automatiquement la pression dans le bloc foré (manifold) et dans les chambres des vérins en fonction de la pression lue sur les manomètres digitaux. Les modèles qui sont proposés ont été choisis selon des critères de compatibilité et d'encombrement. Par contre, il n'y a rien qui empêche le client de choisir d'autres modèles équivalents.

3.4.2.1 Limiteur de pression à commande électrique proportionnelle

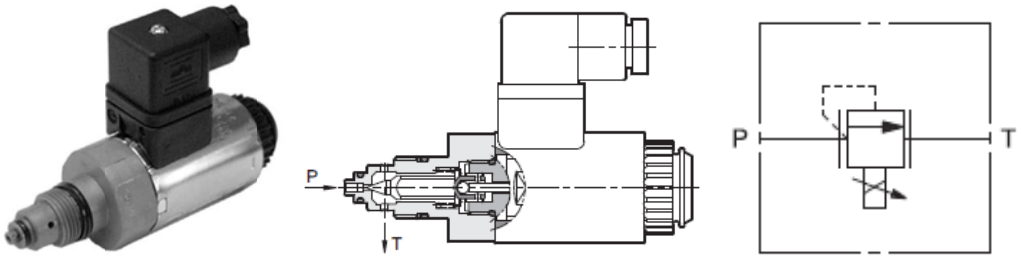


Figure 32 : Limiteur de pression à commande électrique proportionnelle de type cartouche

Le fonctionnement d'un limiteur à pression à commande électrique proportionnelle repose sur le même principe général qu'un limiteur de pression ordinaire. La pression est commandée par un solénoïde proportionnel au lieu d'être commandée par une vis de réglage et la force de rappel du ressort est remplacée par une force électromagnétique. La pression de sortie est proportionnelle au courant circulant dans le solénoïde. C'est l'automate programmable, via un amplificateur numérique[12], qui fournira ce courant variable au solénoïde. Par ailleurs, puisqu'il

[12] Les amplificateurs numériques qui ont été sélectionnées peuvent fournir des signaux en courant de 200 mA à 860 mA à partir de signaux de consigne de 4 à 20 mA provenant de l'API. Pour alimenter les 5 limiteurs de pressions requis, on a recours à 2 cartes EDM-M3112 et 1 carte EDM-M112.

s'agit d'une valve de type cartouche et non d'une valve de type modulaire, on doit prévoir l'ajout d'une plaque forée pour procéder à l'installation des 4 limiteurs de pressions qui sont requis.

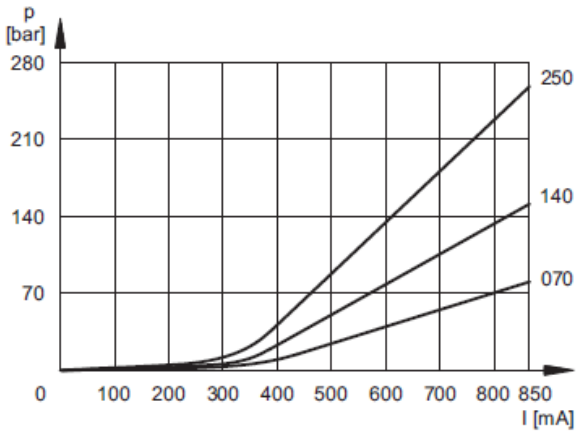


Figure 33 : Courbe de la pression en fonction du courant fournie au solénoïde (débit en entrée Q = 0,5 l/mn)

Tableau 18 : Spécifications du limiteur de pression à commande électrique choisie

Marque	Numéro de modèle	Diamètre du port (pouce)	Tension (V)	Débit admissible (L/mn)	Plage de réglage pression (BAR)
DUPLOMATIC HYDRAULIQUE	CRE-250/20N-D24K1	1/4	24	1,5	0 à 250

Tableau 19 : Amplificateur numérique pour valve proportionnelle EDM-M3112

Marque	Numéro de modèle	Montage	Nombre de canaux indépendants	IMin (mA)	Imax (mA)	PWM (Hz)
DUPLOMATIC HYDRAULIQUE	EDM-M112	Montage sur rail DIN EN 50022	1	200	860	200
	EDM-M3112		2			

3.4.2.2 Manomètre digital

Figure 34 : Photo du manomètre digital choisie

Voici le modèle du manomètre digital qui a été choisi et qui remplacera tous les manomètres à aiguille. Il dispose d'une sortie analogique qui sera reliée à l'automate programmable qui va devoir lire les valeurs des pressions en temps réel.

Tableau 20 : Spécification du manomètre digital

Marque	Numéro de série	Sortie analogique configurable	Connexion	Échelle du cadran (PSI)
OMEGA DYNE	DPG409-5.0KG	0 à 5V 0 à 10 V 4 à 20 mA	¼ NPT	0 à 5000

3.4.3 Conception du circuit hydraulique de la solution finale

Dans le domaine de l'automatisation, il est impossible de débuter la programmation de l'automate (en grafcet ou en ladder) sans avoir une idée claire de comment est configuré le circuit hydraulique. La conception de ce circuit a pu être réalisée à partir des études précédentes et des exemples de circuits hydrauliques que l'on retrouve dans des catalogues et des livres de référence.

Tableau 21 : Légende du circuit hydraulique

Sigle	Description
A	Manomètre digital
B	Valve de mise à vide
C	Soupape de sécurité
D	Crépine
E	Moteur électrique
F	Pompe
G	Réservoir principal
H	Vérin
I	Limiteur de débit
J	Limiteur de pression à commande électrique
K	Distributeur 4/3
L	Limiteur de pression (principal)

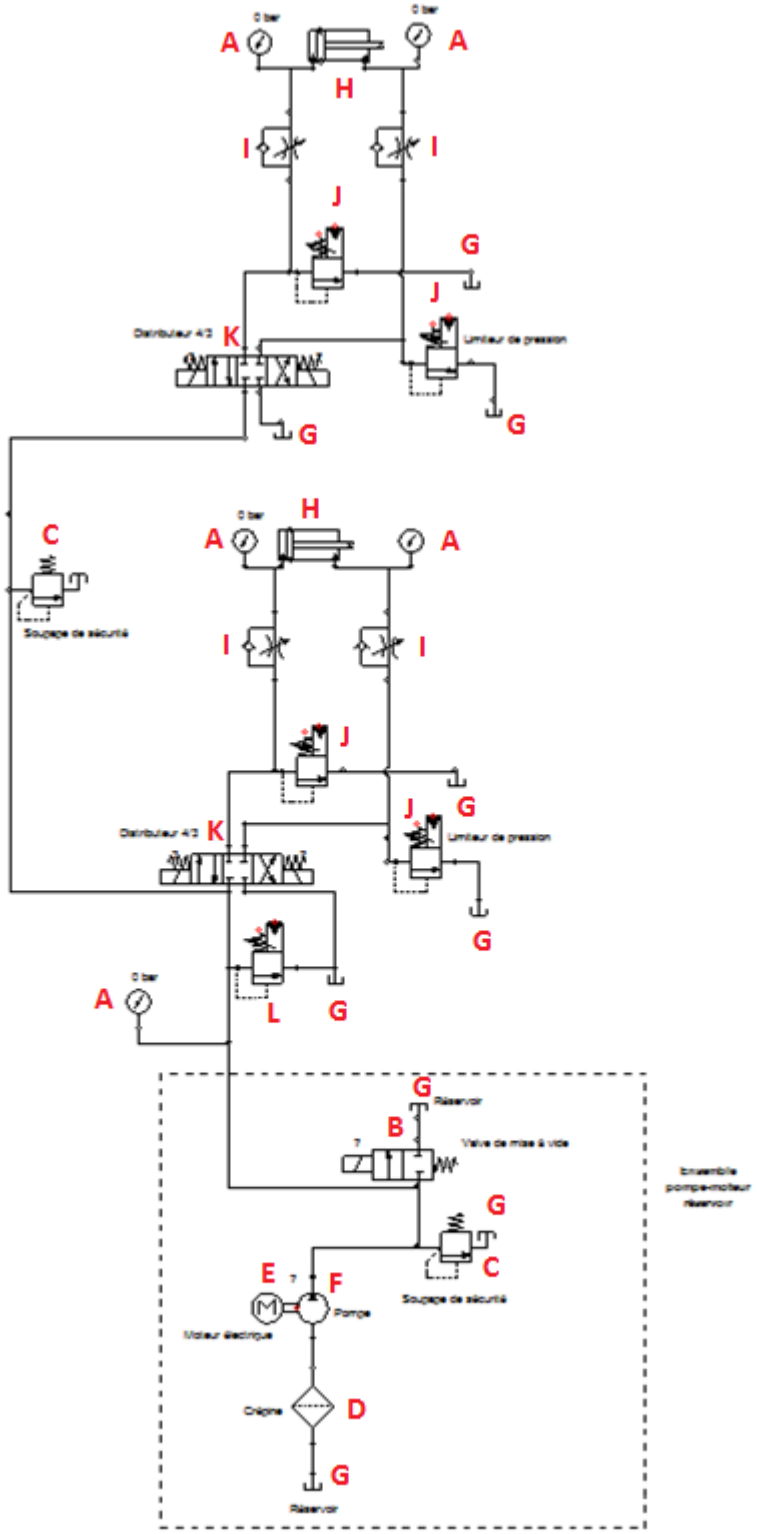


Figure 35 : Circuit hydraulique de la solution finale

3.4.4 Asservissement du système hydraulique

L'asservissement du système hydraulique par une valve de contrôle permettrait de mieux contrôler la position, la vitesse et la force du vérin. Pour ce projet, c'est le contrôle des forces dans les vérins qui est désiré. L'objectif de la conception pour un problème de contrôle de la force est de modéliser la réponse du premier ordre en choisissant la constante de temps appropriée pour le système. En faisant un choix approprié des gains proportionnels et intégraux, la constante de temps peut être augmentée ou diminuée en fonction du temps de réponse voulue pour le contrôle de la sortie du vérin.

Dans le système hydraulique du banc d'essai, c'est les distributeurs qui sont les valves de contrôle. Mais sur le banc d'essai existant, on retrouve des distributeurs à quatre orifices dont la configuration est à centre fermé. La dimension « u » qui représente la distance entre l'extrémité du tiroir et l'extrémité de l'ouverture de l'orifice est en fait négative. Cette conception à centre fermé fait en sorte que le tiroir doit se déplacer d'une distance « u » avant que tout écoulement puisse entrer ou sortir des orifices. À la position neutre, les orifices d'entrée et de sortie sont complètement fermés. Le contrôle des débits d'entrées et de sorties dans les distributeurs devient impossible comparativement aux distributeurs ayant une configuration à centre ouvert. Et sans contrôle des débits volumétriques, l'asservissement du système est irréalisable.

Mais puisque le client tient à ce que la somme nécessaire pour réaliser le projet soit la moins élevée possible, le changement des distributeurs actuels n'a pas été une option qui a été envisagée. De plus, il a été convenu qu'empêcher un dépassement de forces exercées par les vérins n'est pas primordial puisqu'au final le siège développé en conséquence n'en sera que plus sécuritaire. Enfin, il a été supposé que le temps de réponse (temps nécessaire pour atteindre la force désirée) demeurera acceptable (moins de 29 secondes) après avoir effectué un réglage adéquat des valves de débits.

Dans le cas où le dépassement, le temps de réponse, la stabilité et l'erreur en régime permanent seraient complètement insatisfaisants une fois la solution implantée sur le banc d'essai, on doit se référer au chapitre 7 du livre « Hydraulic Control Systems » de Noah D. Manring. Ce chapitre traite de l'asservissement de systèmes hydrauliques à partir de distributeurs à 3 ou 4 orifices dont la configuration est à centre ouvert. Enfin, le client devra s'assurer que l'automate qui sera choisie dispose d'une fonction interne PI (proportionnel-intégral), car ce ne sont pas tous les automates programmables qui disposent de cette fonction.

4. ESTIMATION DES COÛTS

Le tableau ci-dessous présente les prix des différentes composantes qui devront être achetés pour réaliser la solution finale. Le coût total brut n'inclut pas les taxes et les frais de transports, d'installation et de formation. D'autre part, bien que l'automate et les composantes qui lui sont associées n'aient pas été sélectionnés au cours de ce projet, il a été jugé utile de les inclure dans l'estimation des coûts puisqu'ils devront être achetés pour pouvoir automatiser le banc d'essai. Enfin, tous les prix affichés proviennent des sites internet officiels des fabricants.

Description	Numéro de référence	Quantité	Prix/unité	Prix total
Limiteur de pression à commande électrique DUPLOMATIC	CRE-250/20N-D24K1	5	≈180 $	900 $
Manomètre digital OMEGA DYNE	DPG409-5.0KG	5	695 $	3475 $
Modules de l'API :				
Carte processeur	N/A	1	600 $	600 $
Module de mémoire	N/A	1	50 $	50 $
Rack + câbles	N/A	1	50 $	50 $
Logiciel de programmation	N/A	1	400 $	400 $
Carte d'entrée/sortie discrète	N/A	1	60 $	60 $
Carte entrée/sortie analogique	N/A	1	120 $	120 $
Interface homme-machine	N/A	1	500 $	500 $
			Total brut	**6155 $**

On constate que la somme totale à investir pour réaliser la solution ne dépasse pas la contrainte monétaire de 8000 $ qui a été fixée par le client au début du projet.

5. SANTÉ ET SÉCURITÉ

L'automatisation du banc d'essai permettra de réduire considérablement les risques de mauvaises manipulations du banc d'essai qui peuvent être à l'origine d'accidents de travail. En effet, le comportement des vérins ne sera plus hasardeux comme présentement puisque tous les tests seront uniformisés. Néanmoins, l'automatisation demeurera partielle, car certaines tâches resteront confiées à l'opérateur du banc d'essai. Par exemple, c'est l'opérateur qui devra s'assurer avant et pendant la mise en marche du banc d'essai qu'il n'y ait aucun individu à proximité des vérins. De plus, celui-ci devra connaître les consignes de sécurité et la procédure d'arrêt d'urgence au cas où il y aurait un malfonctionnement du banc d'essai. L'interface homme-machine devra être conçue de sorte que l'opérateur soit guidé pour faire face à cette situation imprévue.

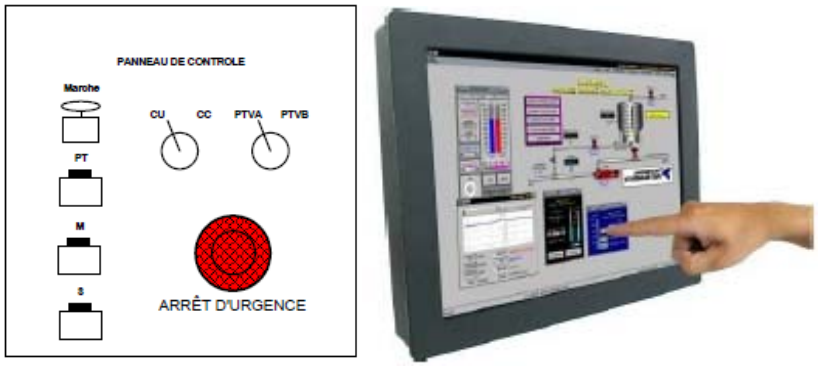


Figure 36 : Procédure d'arrêt d'urgence

6. DÉVELOPPEMENT DURABLE

L'automatisation du banc d'essai permettra de réduire de beaucoup le temps requis pour effectuer les trois tests des normes CMVSS 207-210. Par conséquent, cela engendra une baisse de la consommation électrique puisque la pompe sera moins longtemps en utilisation. La consommation électrique de l'automate programmable qui s'ajoutera est considérée comme étant négligeable par rapport à l'économie d'énergie qui sera réalisée. Par ailleurs, il reste une possibilité d'améliorer le bilan énergétique du banc d'essai en modifiant le circuit hydraulique qui a été conçue au cours de ce projet. Comme il a été vu précédemment, lorsque les deux vérins sont inutilisés, l'énergie fluide délivrée par la pompe est en quelque sorte « gaspillée » puisqu'elle retourne directement au réservoir via la valve de mise à vide sans avoir servi. L'insertion d'accumulateurs dans le circuit permettrait d'emmagasiner cette énergie fluide et de la restituer aux vérins lorsqu'ils seraient de nouveau utilisés. Le fluide de l'accumulateur s'ajouterait au fluide de la pompe et cela compenserait les pertes volumétriques et les variations de volume du fluide dues aux effets thermiques. Par contre, cette modification peut complexifier davantage le circuit hydraulique puisqu'on doit choisir et dimensionner de nouvelles composantes en tenant compte du nouveau mode de fonctionnement du banc d'essai. Enfin, le client devra vérifier si la somme nécessaire pour acheter les nouvelles composantes requises pour l'installation de l'accumulateur sera amortie rapidement par les économies d'énergie engendrée.

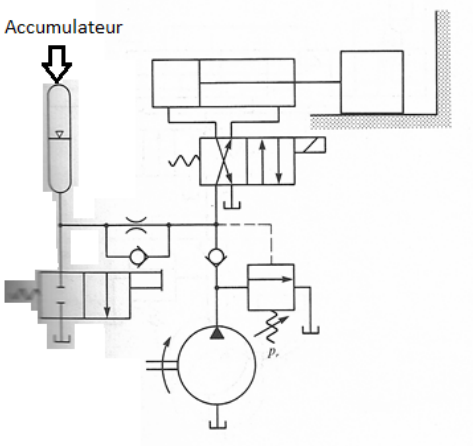


Figure 37 : Exemple de circuit dans lequel l'accumulateur est utilisé comme source d'énergie auxiliaire

CONCLUSION

Ce projet avait pour principal objectif de concevoir une unité de contrôle capable d'effectuer tous les tests normatifs CMVSS 207-210 en gagnant en flexibilité et en facilité d'utilisation. Suite à une phase de recherche de solutions, c'est l'automate programmable qui a été choisi comme la meilleure unité de contrôle. L'étude du système hydraulique actuel a permis de concevoir le plan du circuit hydraulique de la solution finale. Dans ce circuit, les limiteurs de pressions ont été remplacés par des limiteurs de pression à commande électrique et les manomètres à glycérine ont été remplacés par des manomètres digitaux. Malheureusement, tous les points du mandat n'ont pas tous été satisfaits. L'écriture du programme sur l'automate, la conception de l'interface homme-machine et la rédaction d'un mode d'emploi pour utiliser le banc d'essai n'ont pas pu être effectuées principalement à cause d'un manque d'effectif[13]. Par contre, ce rapport servira de fondation à la prochaine équipe qui poursuivra le projet l'année prochaine. La partie hydraulique étant conçue, ils pourront se concentrer uniquement sur la programmation de l'automate et sur le développement de l'interface numérique.

Pour conclure, j'ai pu en apprendre beaucoup sur le domaine de l'hydraulique qui était un domaine qui m'était totalement inconnu au début du projet. Je pourrais profiter de cette expérience acquise dans ma future carrière lorsque j'aurai à automatiser d'autres systèmes hydrauliques composés de vérins linéaires.

[13] Un projet de cette envergure se fait normalement en équipe de deux.

RECOMMANDATIONS

1. Faire des tests pour déterminer si la pompe actuelle peut fournir suffisamment de puissance hydraulique pour opérer les deux vérins simultanément comme exigés dans les normes CMVSS 207-210

2. Poursuivre le projet actuel en soumettant un nouveau mandat à l'UQAT pour compléter la partie de l'automatisation du banc d'essai à partir du circuit hydraulique qui a été conçu.

3. Ouvrir un dossier recueillant toutes les factures des pièces qui seront achetées et installées sur le banc d'essai et y conserver les croquis/plans illustrant ces modifications.

BIBLIOGRAPHIE

1. NL RUCKER PRODUCT LTD, *Hydraulic pneumatic equipment*, Canadian Edition, Richmond, 1980
2. NOAH D. MANRING, *Hydraulic control systems*, Wiley, New Jersey, 2005
3. RÉJEAN LABONVILLE, *Conception des circuits hydrauliques*, Presses internationales Polytechnique, 1999
4. HY-SPEC HYDRAULIK, *Produits*, < http://hyspec.ca/francais/index.htm>, Dernière mise à jour : 2010-06-10
5. OMEGA, *Digital Pressure Gauge*, < http://www.omega.com/pptst/DPG409.html>
6. AUTOMATION DIRECT, *Programmable Controllers*, <http://www.automationdirect.com/adc/Shopping/Catalog/Programmable_Controllers>
7. DUPLOMATIC OLEADINAMICA, *Proportional valves*,<http://www.duplomatic.com/en/categories/di_controllo_pressione1>

ANNEXE-A : Théorie sur les propriétés d'un fluide hydraulique

La théorie qui suit a été tirée dans son intégralité du livre « Conception des circuits hydrauliques » de l'institut Polytechnique. Elle permet de bien comprendre l'importance de la conservation des propriétés fondamentales du fluide hydraulique pour le transport de l'énergie, la lubrification, la protection, l'étanchéité et le refroidissement des composantes du circuit hydraulique.

1 Viscosité et indice de viscosité

La viscosité est incontestablement la propriété la plus importante d'un fluide hydraulique. C'est une mesure de la résistance du fluide à l'écoulement, résistance qu'on exprime à l'aide de la viscosité dynamique ou de la viscosité cinématique. La viscosité « idéale » d'un fluide est un compromis entre plusieurs facteurs.

Ainsi, si on choisit un fluide dont la viscosité est trop faible :

- La lubrification des pièces en mouvement est insuffisante; on assiste donc à un accroissement de l'usure des pièces, et même à celui des risques de grippage imputable à la rupture du film d'huile présent entre les pièces (il s'agit là d'un processus dégénératif par lequel une faible viscosité provoque une augmentation de la température du fluide, laquelle entraîne une baisse de sa viscosité, etc.); ce phénomène affecte particulièrement les pompes, les distributeurs et les moteurs modernes, dont les pièces sont ajustées avec un jeu extrêmement fiable (quelques micromètres);

- L'étanchéité entre les pièces en mouvement est faible, ce qui entraîne une diminution du rendement et un échauffement des composantes dû à l'augmentation du débit de fuites volumétriques (art. 4.1.1). Souvent, même, une trop fiable étanchéité peut empêcher que la pression de travail maximale soit atteinte.

Par contre, si on recourt à un fluide dont la viscosité est trop élevée :

- Les pertes de charge augmentent, à cause de la plus grande résistance du fluide à l'écoulement; il faut donc davantage d'énergie pour que le fluide se déplace dans l'ensemble du circuit hydraulique; il en résulte une diminution du rendement et une augmentation des températures de fonctionnement (il s'agit cette fois d'un processus autocorrectif par lequel une augmentation de température provoque une diminution de la viscosité du fluide);
- La séparation de l'air et du fluide étant plus difficile, il y a accroissement des risques de cavitation pendant le fonctionnement du système.

On peut exprimer la variation de la viscosité en fonction de la température à l'aide de la formule empirique de Walther, soit :

$$\log[\log(\upsilon + 0{,}7)] = m \log(\theta + 273) + g$$

Où υ est exprimée en centistokes (cSt), et où m et g sont des constantes caractéristiques du fluide – constantes déterminées par la résolution simultanée des deux équations

formées en prenant en considération la viscosité cinématique du fluide à deux températures de référence, habituellement 40 et 100°C.

En utilisant un abaque de l'ASTM (norme ASTM D 341, ann. E), on peut, pour un fluide donné, représenter graphiquement l'équation 11.1 par une ligne droite (fig. 11.1). Soulignons toutefois que, au-dessous de 0°C, la linéarité de la relation est plus incertaine pour la plupart des fluides hydrauliques modernes, chargés d'additifs de toutes sortes.

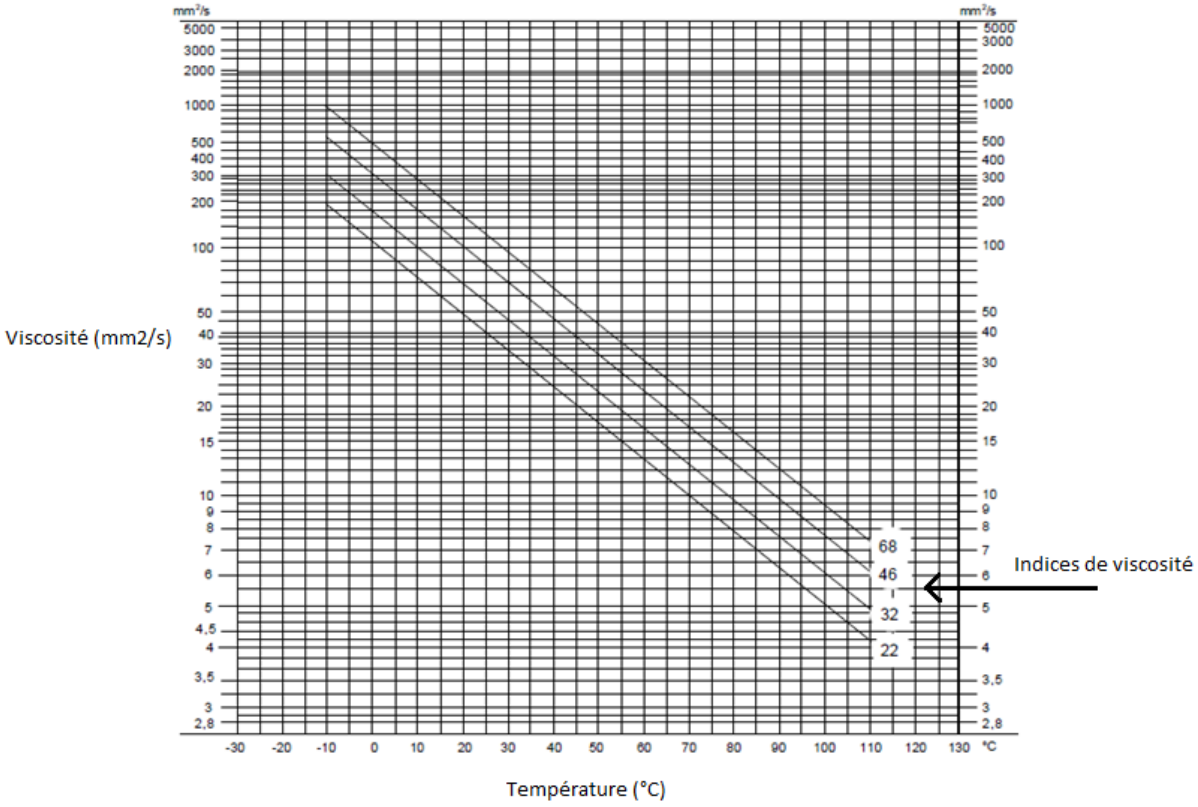


Figure 38 : Abaque viscosité-température (d'après ASTM D 341) montrant la relation de la viscosité en fonction de la température pour 4 fluides d'indices de viscosité différents (22, 32, 46, 68)

2 *Onctuosité et pouvoir antiusure*

Le fait qu'un fluide soit doté de bonne qualité lubrifiante a beaucoup d'importance, étant donné que les composantes modernes fonctionnent avec des jeux fonctionnels extrêmement faibles. Le fluide hydraulique doit ainsi assurer des frottements minimaux entre les surfaces en mouvement relatif pour que les mouvements des pièces soient aisés et que l'usure soit la plus faible possible. Le degré d'adhérence du fluide avec les surfaces détermine son efficacité à former un film et à prévenir le contact métal à métal et, par conséquent, son efficacité à former un film et à prévenir le contact métal à métal et , par conséquent son efficacité à réduire le frottement. Cette qualité du fluide, qu'on appelle onctuosité, doit donc être excellente si on veut que celui-ci adhère aux surfaces des pièces même quand elles sont très chaudes.

On améliore l'onctuosité de la plupart des fluides hydrauliques à l'aide d'additifs appelés anti usure et dont les meilleurs contiennent un additif EP (Extreme Pressure), additif qui augmente le pouvoir anti usure du fluide en présence de fortes pressions de contact et de températures élevées entre les surfaces des pièces mouvement relatif.

3 *Désémulsibilité*

Il est pratiquement impossible d'empêcher l'eau de pénétrer dans un système hydraulique. L'eau s'y introduit en effet par les prises d'air occasionnées par des conduites et des raccords non étanches ou par des joints d'étanchéité en mauvais état; elle y pénètre surtout sous la forme d'air humide aspiré dans le réservoir lors des baisses de niveau du fluide, et dans les barils, consécutivement aux variations de température – et ce, même si ces barils sont parfaitement étanches au fluide. Cet air humide se condense en fines gouttelettes et, sous l'effet des turbulences, l'eau et le fluide hydraulique se mélangent rapidement pour former une émulsion.

Un fluide est doté d'une bonne désémulsibilité se sépare facilement et rapidement de l'eau qu'il peut contenir. Grâce à la décantation qui en découle, on peut ensuite presque entièrement purger cette eau par le fond du réservoir. On améliore la désémulsibilité des fluides d'origine pétrolière par un raffinage très poussé et par l'adjonction d'un additif approprié.

4 *Résistance à la formation de mousse*

La formation de mousse est due à la présence est due à la présence d'air dissous dans le fluide. Bien que la quantité d'air qui peut être dissoute dans un fluide augmente en fonction de la pression et de la température, l'air dissous n'exerce aucune influence sur la compressibilité du fluide et sur le fonctionnement des récepteurs. Toutefois, si, à cause d'une baisse de pression, la capacité d'absorption de l'air par le fluide est dépassée, il y a dégagement de bulles d'air qui sont entrainées vers le réservoir. Une certaine quantité de ces bulles peut s'accumuler aux endroits les plus élevés du circuit, ainsi que dans les cavités, les coudes et les trous borgnes des canalisations. Les poches

d'air ainsi formées provoquent une baisse notable de la valeur du module de compressibilité équivalente du fluide et entraînent par conséquent un fonctionnement irrégulier des récepteurs. Par ailleurs, le brassage du fluide et des bulles d'air produit de la mousse, qui est responsable de débordements du fluide du réservoir, de cavitation à la pompe et d'une baisse importante des qualités lubrifiantes du fluide.

5 Résistance à l'oxydation

La longévité d'un fluide, autrement dit sa résistance au vieillissement, dépend de sa résistance à l'oxydation. L'oxydation est une réaction du fluide avec l'oxygène de l'air, réaction qui progresse d'abord lentement, puis de plus en plus rapidement au fur et à mesure que le fluide se détériore. La composition chimique du fluide en est ainsi modifiée. L'oxydation produit des éléments solubles, en général des acides, qui peuvent attaquer les pièces métalliques et les joints d'étanchéité. L'oxydation est en outre accompagnée de formation de boues et de vernis, qui font gripper les valves, bloquent les canalisations et les filtres, et réduisent l'efficacité des échangeurs thermiques.

Les températures de fonctionnement élevées et l'entraînement d'air dans le fluide activent la réaction du fluide avec l'oxygène, de même plusieurs métaux –notamment le cuivre -, l'eau et certains polluants solides présents dans le fluide accélèrent son oxydation.

6 Pouvoir antirouille et pouvoir anticorrosion

La rouille est le produit de la réaction chimique du fer avec l'oxygène de l'air : elle entraîne le dépôt de plaques d'hydroxyde de fer, qui augmentent les dimensions des pièces. La corrosion, quant à elle, est due à la réaction chimique d'un métal avec un acide : elle ronge le métal et détruit ainsi la précision des pièces. Ces deux phénomènes, extrêmement néfastes pour les composantes hydrauliques, sont dus à l'action conjointe de l'humidité présente dans le fluide et de l'oxydation de celui-ci.

7 Point d'écoulement

Le point d'écoulement correspond à la plus basse température à laquelle un fluide peut couler lorsqu'on le refroidit, sans agitation, dans des conditions normalisées. Cette caractéristique est très importante lorsque le système hydraulique doit démarrer à de très basses températures ambiantes, car le fluide doit alors être suffisamment liquide pour circuler dans les canalisations et, surtout, pour être aspiré par la pompe. Le point d'écoulement doit par conséquent être inférieur à la plus basse température envisagée. Pour les fluides d'origine pétrolière, ce sont des additifs inhibiteurs de la cristallisation de la paraffine qui permettent d'abaisser le point d'écoulement.

8 Résistance à l'inflammation

La résistance à l'inflammation est d'une importance capitale dans les installations hydrauliques situées à proximité de sources de chaleur intense, de flammes nues ou de métaux en fusion (p. ex. dans les fonderies, les usines sidérurgiques, les ateliers de soudage à l'arc, les usines de traitement thermique, les mines, etc.). L'utilisation de fluides difficilement inflammables minimise les risques d'apparition de foyer d'incendie qui peuvent provoquer des blessures et se propager.

9 Comptabilité avec les matériaux

Le fluide hydraulique et les joints d'étanchéité statiques et dynamiques des composantes hydrauliques doivent être compatibles. En effet, puisque le caoutchouc naturel, par exemple, gonfle et s'altère au contact des fluides d'origine pétrolière, on ne doit pas l'utiliser comme matériau constitutif de joints d'étanchéité dans les systèmes où on recourt à ces fluides.

ANNEXE-B : Facture de la modification du banc d'essai par Geliko Inc.

Géliko INC.
50, av. Tremblay C.P. 119
Évain (Québec) J0Z 1Y0
Tél : (819) 768-5656 Téléc.: (819) 768-5515

FACTURE

N° facture: **12528**
Date: **27 mar, 2009**
Page: 1
Re: N° commande **Alain**
Date expédition

Vendu à:

Accès Industriel Inc.
Amobi
780, boul. de l' Université
Rouyn-Noranda, Québec J9X 7A5

Expédié

Accès Industriel Inc.

No. d'entreprise: 143407922RP0001

Article	Quantité comm.	Quantité exp.	Unité	Description	Prix	Code taxe	Montant
				Modification sur banc d'essai			
		1	Ch	HYSDD03-P-03-2SS bloc manifold	92.23	GQ	92.23
valve de relâche	←	1	Ch	Valve 2 voies SUNDTDA-MHN-211	264.93	GQ	264.93
		2	Ch	Contrôle valve MBW-01-C	144.98	GQ	289.96
202702-10-8S		1	Chaque	202702-10-8S	2.22	GQ	2.22
202702-10-6S		1	Chaque	202702-10-6S AER	2.69	GQ	2.69
202702-8-6S		1	Chaque	202702-8-6S	3.58	GQ	3.58
60		5	hrs.	Main d'oeuvre	60.00	GQ	300.00
				Sous-total:			955.61
				GQ - TPS 5%, TVQ 7.5%			
				TPS			47.78
				TVQ			75.24

Géliko Inc. TPS: #Géliko143407922RT001
Géliko Inc. TVQ: #Géliko1028255631TQ00

Expédié par: No. Bon de travail 11788

Montant total 1,078.63

Remarques: **Merci de choisir GÉLIKO, "Partenaire de votre réussite".**

Conditions : Net 30. Échu 26 avr, 2009.

ANNEXE-C : Limiteur de pression à commande électrique proportionnelle

DUPLOMATIC HYDRAULIQUE

81 100/107 FD

CRE

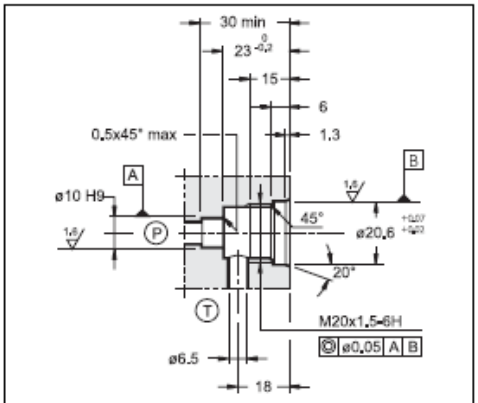
LIMITEUR DE PRESSION A ACTION DIRECTE A COMMANDE ELECTRIQUE PROPORTIONNELLE

SERIE 20

VERSION CARTOUCHE

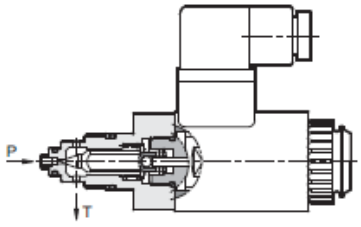
p max **350** bar
Q max **1,5** l/mn

DIMENSIONS LOGEMENT: D-10A



NOTE: Prévoir siège pour un éventuel étrangleur sur la canalisation de retour T

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT



— La valve CRE est un limiteur de pression à action directe commandé par un solénoïde proportionel en version cartouche utilisable en blocs ou panneaux avec logement type: D-10A.

— Idéale comme étage pilote pour la commande à distance de régulateurs et limiteurs de pressions à 2 étages.

— La pression de tarage est modulée en continu proportionnellement au courant envoyé au solénoïde.

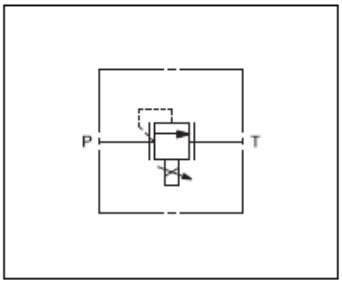
— Peut être commandé directement par une alimentation à courant modulé ou par des unités électroniques de commande qui permettent d'utiliser pleinement les caractéristiques de la valve (voir point 8).

— La valve est livrable avec 3 plages de réglage allant jusqu'à 250 bar.

CARACTERISTIQUES (huile minérale de viscosité 36 cSt à 50°C et solénoïde alimenté par les relatives unités électroniques de commande)

Pression d'utilisation maximum: - orifice P - orifice T	bar	350 2
Pression mini régulée	voir diagramme Δp-Q	
Débit nominal Débit maximum	l/mn	0,5 1,5
Temps de réponse	voir point 4	
Hystéresis	% di P_{nom}	< 5%
Reproducibilité	% di P_{nom}	< ±1,5%
Caractéristiques électriques	voir point 4	
Plage de température ambiante	°C	-10 / +50
Plage de température du fluide	°C	-20 / +80
Plage de viscosité du fluide	cSt	10 ÷ 400
Degré de contamination du fluide	Selon ISO 4406:1999 classe 18/16/13	
Viscosité effective préconisée	cSt	25
Masse: RPC1*/4M/A-B	kg	0,54

SYMBOLE FONCTIONNEL



CRE
SERIE 20

1 - CODIFICATION

C	R	E	-		/	20		-		K1

Limiteur de pression en cartouche

Commande électrique proportionnelle

Plage de réglage pression
070= jusqu'à 70 bar **250**= jusqu'à 250 bar
140= jusqu'à 140 bar

Série (de 20 à 29 les cotes et les encombrements d'installation restent inchangés)

Joints d'étanchéité:
N = joints en NBR pour huiles minérales (**standard**)
V = joints en FPM pour fluides particuliers

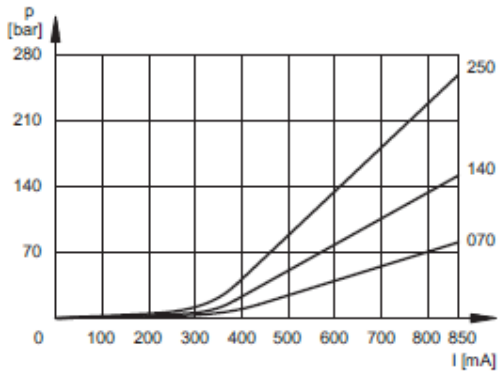
D12 = Tension nominale solénoïde 12 VCC
D24 = Tension nominale solénoïde 24 VCC

Connexion électrique bobine: raccord pour connecteur DIN 43650 (**standard**)

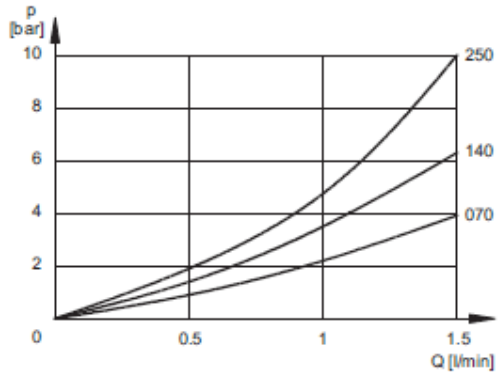
2 - COURBES CARACTERISTIQUES (valeurs obtenues avec viscosité 36 cSt à 50°C)

Courbes typiques de régulation en fonction du courant au solénoïde, relevées avec un débit en entrée Q=0,5 l/mn.
Les courbes sont obtenues sans aucune compensation d'hystérésis et linéarité et elles sont mesurées sans aucune contre-pression en T.

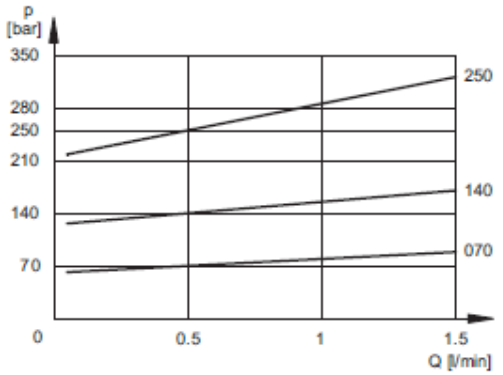
REGULATION DE PRESSION p=f (I)



PRESSION MINIMUM REGLEE pmin = f (Q)



VARIATION DE PRESSION pmax = f (Q)



CRE
SERIE 20

3 - FLUIDES HYDRAULIQUES

Utiliser des fluides hydrauliques à base d'huile minérale type HL ou HM selon ISO 6743-4. Pour ces types de fluides, utiliser des joints en NBR (code N). Pour fluides type HFDR (esters phosphoriques) il faut utiliser des joints en FPM (code V). Pour l'emploi d'autres types de fluides comme par exemple HFA, HFB, HFC il faut consulter notre Bureau Technique.

Le fonctionnement à des températures supérieures à 80 °C entraîne une dégradation rapide de la qualité du fluide et des joints d'étanchéité. Les propriétés physiques et chimiques du fluide doivent rester intactes.

4 - CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Solénoïde proportionnel

Le solénoïde proportionnel est constitué de 2 parties distinctes: le tube et la bobine.

Le tube, vissé dans le corps de la valve, contient le noyau mobile à bain d'huile dont la conception particulière minimise les frottements en réduisant ainsi l'hystéresis.

La bobine, enfichée sur le tube et bloquée par un écrou moleté est orientable sur 360°.

TENSION NOMINALE	VCC	**12**	**24**
RESISTANCE (à 20°C)	Ω	3,66	16,6
COURANT MAXIMUM	A	1,9	0,85
FACTEUR DE MARCHE	100%		
COMPATIBILITE ELECTROMAGNETIQUE (EMC) **- EMISSIONS** EN 50081-1 **- IMMUNITE** EN 50082-2	conforme aux normes 89/336 CEE		
INDICE DE PROTECTION (normes IEC 144)	IP 65		

5 - TEMPS DE REPONSE (avec huile minérale d'une viscosité de 36 cSt à 50°C et valves associées avec les relatives unités électroniques de commande)

Le temps de réponse représente le retard avec lequel la valve atteint 90% de la valeur de consigne de pression suite à une variation par paliers du signal de commande.

Le tableau donne les temps de réponse typiques relevés pour un facteur d'échelle 140 bar et débit d'entrée Q = 0,5 l/mn.

VARIATION SIGNAL DE COMMANDE	0 →100%	100%→0
Temps de réponse [ms]	80	40

6 - INSTALLATION

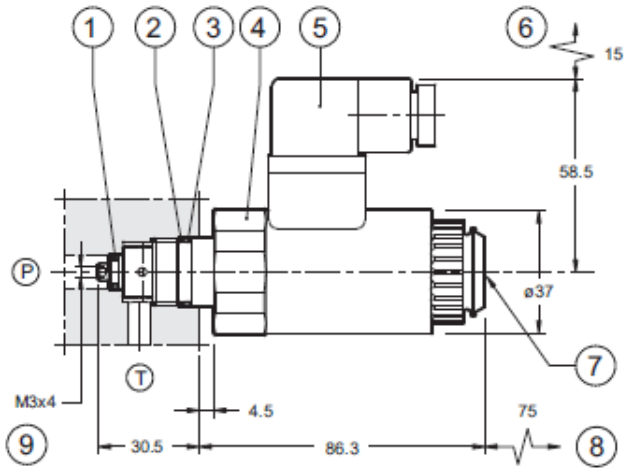
On conseille d'installer la valve CRE en position horizontale ou en position verticale avec le solénoïde orienté vers le bas. Si la valve est installée à la verticale et avec le solénoïde orienté vers le haut, on doit considérer des possibles variations de pression minimum réglée, par rapport à ce qu'on a indiqué au point 2.

Vérifier que le circuit hydraulique soit exempt d'air. Dans des applications particulières il peut être nécessaire de purger l'air dans le tube étanche, en utilisant la vis de purge qu'il y a dans le tube (voir point 7). Ensuite, il faut s'assurer que le tube étanche soit toujours plein d'huile. A la fin de l'opération, on doit s'assurer qu'on a vissé la vis de purge correctement.

La ligne T de la valve doit être raccordée directement au réservoir. Toute contrepression présente sur la ligne T s'ajoute à la pression de tarage. La contre-pression maximum admise sur la ligne T est de 2 bar en dynamique.

CRE
SERIE 20

7 - ENCOMBREMENTS



dimensions en mm

1	Joint torique type 2025 (6.07x1.78)
2	PARBAK type 8-017 (18.01x1.14x1.35)
3	Joint torique type 2068 (17.17x1.78)
4	Hexagone: clé 36, couple de serrage 45 ÷ 50 Nm
5	Connecteur électrique DIN 43650
6	Espace de dégagement pour enlever le connecteur
7	Purge d'air (clé mâle hexagonale 4)
8	Espace de dégagement puor enlever la bobine
9	Siège pour éventuel réducteur calibré

NOTE:
A la première mise en marche ou après une longue période d'arrêt, il faut purger l'air en utilisant la purge (7) présente dans la partie terminale du tube étanche.

* La côte 4,5 mm peut être réduite à 0,5 mm en augmentant les cotes axiales du siège unifié D-10A, de 4 mm.

8 - UNITES ELECTRONIQUES DE COMMANDE

EDC-112	solénoïdes 24 Vcc	montage sur connecteur	voir fiche 89 120
EDM-M112	solénoïdes 24 Vcc	montage sur rail DIN EN 50022	voir fiche 89 250
EDM-M142	solénoïdes 12 Vcc		
UEIK-11	solénoïdes 24 Vcc	format Eurocard	voir fiche 89 300

DUPLOMATIC HYDRAULIQUE
DUPLOMATIC OLEODINAMICA SpA
20025 LEGNANO (MI) - P.le Bozzi, 1 / Via Edison
Tel. 0331/472111-472236 - Fax 0331/548328

81 100/107 FD REPRODUCTION INTERDITE. LA SOCIETE SE RESERVE LE DROIT D'APPORTER TOUTE MODIFICATION

ANNEXE-D : Amplificateur numérique pour valves proportionnelles

DUPLOMATIC HYDRAULIQUE

89 250/208 FD

EDM-M*

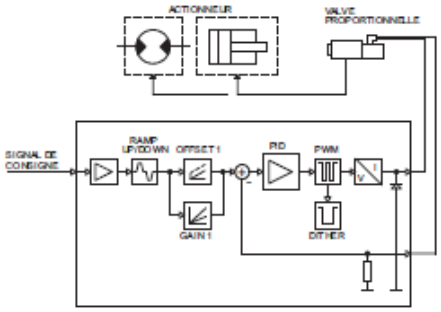
AMPLIFICATEUR NUMÉRIQUE POUR VALVES PROPORTIONNELLES EN BOUCLE OUVERTE

SERIE 20

EDM-M1 mono-solénoïde
EDM-M2 double solénoïde
EDM-M3 2 canaux indépendants mono-solénoïde

MONTAGE SUR GUIDES TYPE: DIN EN 50022

PRINCIPLE DE FONCTIONNEMENT



La carte EDM-M* est un amplificateur numérique pour la commande en boucle ouverte de valves proportionnelles, réalisée pour le montage sur guides type DIN EN 50022.

Il délivre une courant proportionnel au signal de consigne et indépendant des variations de température et d'impédance de charge.

L'alimentation du solénoïde par l'intermédiaire de l'étage PWM permet une réduction importante de l'hystérésis de la valve et une amélioration significative de la précision du réglage.

La carte est disponible en trois versions principales pour la commande de valves mono-solénoïde (M1), double solénoïde (M2) et à deux canaux indépendants pour la commande de deux valves mono-solénoïde (M3). Chacune de ces versions est disponible avec des réglages différents de courant maximumet des fréquences de switching (PWM) optimisées en fonction du type de valve à commander.

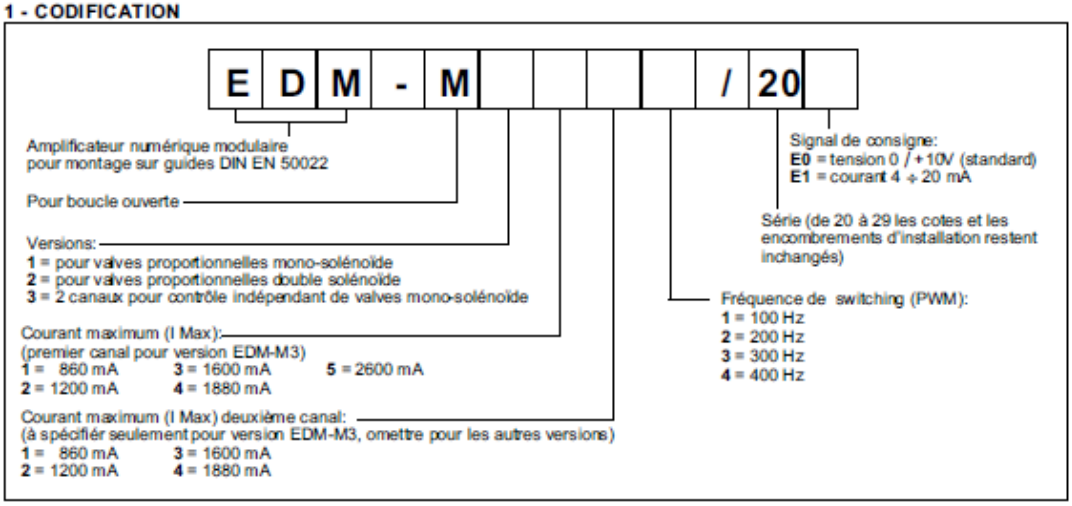
Le réglage des paramètres s'effectue par clavier et display, sur la face avant de la carte, ou par ordinateur bloc-notes via RS232 avec le logiciel EDMPC/20.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Alimentation électrique	V CC	10 ÷ 30 ondulation comprise
Puissance requise	W	min 20 - max 40 (voir point 3.1)
Courant en sortie	mA	min 800 - max 2600 (voir point 1)
Protections électriques sur l'alimentation		surtension au-delà de 33V inversion de polarité
Protections électriques sur la sortie		court-circuit
Protections électriques analogique		jusqu'à 30V CC en cas de mal-raccordement de l'alimentation
Signalés de consigne disponibles	0 ÷ 10 V ±10 V 4 ÷ 20 mA	impédance d'entrée 10-100 kΩ impédance d'entrée 10-100 kΩ impédance d'entrée maximum 500 Ω
Sorties auxiliaires		± 10V CC capable de fournir 50 + 50 mA pour potentiomètres externes
Compatibilité électromagnétique (EMC): - EMISSIONS EN 50081-1 - IMMUNITE EN 50082-2		conforme aux notes 89/336 CEE (voir point 6 - **NOTE 1**)
Matériel habillage		polyamide thermoplastique
Dimensions habillage	mm	120 x 93 x 23
Connecteur		Bornier à insertion avec vis de serrage N.15 pôles
Plage de température de fonctionnement	°C	-20 / +70
Masse	kg	0,15

EDM-M*
SERIE 20

1 - CODIFICATION


E D M - M / 20
Amplificateur numérique modulaire pour montage sur guides DIN EN 50022
Pour boucle ouverte
Versions:
1 = pour valves proportionnelles mono-solénoïde
2 = pour valves proportionnelles double solénoïde
3 = 2 canaux pour contrôle indépendant de valves mono-solénoïde
Courant maximum (I Max):
(premier canal pour version EDM-M3)
1 = 860 mA 3 = 1600 mA 5 = 2600 mA
2 = 1200 mA 4 = 1880 mA
Courant maximum (I Max) deuxième canal:
(à spécifier seulement pour version EDM-M3, omettre pour les autres versions)
1 = 860 mA 3 = 1600 mA
2 = 1200 mA 4 = 1880 mA
Signal de consigne:
E0 = tension 0 / +10V (standard)
E1 = courant 4 ÷ 20 mA
Série (de 20 à 29 les cotes et les encombrements d'installation restent inchangés)
Fréquence de switching (PWM):
1 = 100 Hz
2 = 200 Hz
3 = 300 Hz
4 = 400 Hz

2 - EDM-M, VALVES DUPLOMATIC ET REGLAGES PAR DEFAUT

La carte est préréglée à l'usine. Le tableau montre les reglages par defaut des versions standard de la carte EDM-M et les valves Duplomatic qui peuvent être jumelées. Même les autres options indiquées au point 1, sont réglables sur demande. Contacter notre Bureau Technicien pour ces options.

CARTES POUR VALVES A 24V

Carte					Valves qui peuvent être jumelées (Se référer à la table des matières du groupe 8 pour obtenir la correspondance nom de la valve / nombre de la fiche)		
Nom	I Min [mA]	I Max [mA]	I Lim (#) [mA]	PWM [Hz]	Nom	Mono solénoïde	Double solénoïde
EDM-M111	200	860	1000	100	DSPE*, RPCED1-T3, RPCE2, RPCE3, RPCED1	•	
EDM-M112	200	860	1000	200	DSE3, CRE, PRE*, PRE3, PRED3, MZE, DZCE*	•	
EDM-M131	200	1600	1750	100	DSE5	•	
EDM-M211	200	860	1000	100	DSPE*		•
EDM-M212	200	860	1000	200	DSE3		•
EDM-M231	200	1600	1750	100	DSE5		•
EDM-M3112	200 200	860 860	1000 1000	200	RPCE07, RPCE08	••	
EDM-M3312	200 200	1600 860	1750 1000	200	regulateur de la pompe VPPM-*PQCE	••	

CARTES POUR VALVES A 12V

Carte					Valves qui peuvent être jumelées (Se référer à la table des matières du groupe 8 pour obtenir la correspondance nom de la valve / nombre de la fiche)		
Nom	I Min [mA]	I Max [mA]	I Lim [mA]	PWM [Hz]	Nom	Mono solénoïde	Double solénoïde
EDM-M141	300	1880	2000	100	DSPE*,	•	
EDM-M142	300	1880	2000	200	DSE3, CRE, PRE*, PRE3, PRED3, MZE, DZCE*	•	
EDM-M151	500	2600	3000	100	DSE5	•	
EDM-M241	300	1880	2000	100	DSPE*		•
EDM-M242	300	1880	2000	200	DSE3		•
EDM-M251	500	2600	3000	100	DSE5		•

I Lim = Courant maximum livrable par la carte.

EDM-M*
SERIE 20

3 - CARACTERISTIQUES FONCTIONNELLES

3.1 - Alimentation électrique

La carte demande une alimentation électrique comprise entre 10 et 30V CC ondulation comprise (bornes 1et 2).

N.B. La valeur de la tension d'alimentation à la carte ne doit pas être inférieure à la tension nominale de fonctionnement du solénoïde à commander.

La tension d'alimentation doit être redressée et filtrée, avec une ondulation maximale comprise dans la plage de tension indiqué ci-dessus. La puissance demandée de la carte dépend de la tension d'alimentation et de la valeur de courant maximum distribué (ce dernier est en relation avec la version de la carte).
En ligne générale, il est possible de considérer comme une valeur conservative de la puissance demandée le produit V x I.
Exemple : une carte avec courant max = 860 mA et tension d'alimentation de 24V CC demande une puissance de presque 20W. Pour le cas d'une carte avec courant max de 1600 mA et 24V CC d'alimentation la puissance engagée résulte de 38,5W.

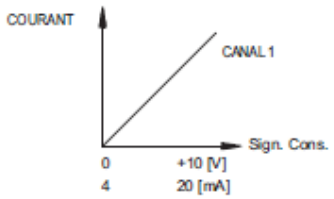
3.2 - Protéctions électriques

La carte est protégée contre les surtensions d'alimentation et les inversions de polarité.
Une protection contre les court circuits est prévue sur la sortie.

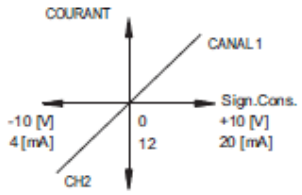
3.3 - Signal de consigne

La carte accepte des signaux de consigne en tension 0 ÷ 10 V et ±10 V, en courant 4 ÷ 20 mA, provenants du générateur externe (API, MOCN)) ou d'un potentiomètre externe alimenté par la carte-même.
La valeur de tension de consigne dépend de la version de la carte, comme cela est représenté dans les diagrammes à côté.
Pour les connexions électriques relatives aux différentes versions de la carte voir point 11.

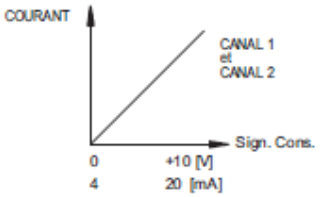
VERSION EDM-M1



VERSION EDM-M2



VERSION EDM-M3



4 - VOYANTS LUMINEUX

4.1 - POWER ON (Alimentation)

Le deux afficheurs rouges montrent la condition d'alimentation de la carte:
ALLUMEE - alimentation normale
ETEINTE - absence d'alimentation ou bobine pas connectée
CLIGNOTANT: voir tableau à la page 8.

4.2 - SORTIE CARTE OK

On peut monitorer l'état de la carte en utilisant la sortie "OUTPUT carte OK" qui se trouve sur le pin 9 (référé au zéro de l'alimentation pin 15), avec résistance de charge de 220 KΩ et courant maximum 100 mA. Sur ce pin il y a une tension égale à la valeur de la tension d'alimentation carte quand la même fonctionne régulièrement, tandis que la sortie atteint le zéro en cas d'anomalie. Les anomalies pourraient être:
- tension d'alimentation trop basse (inférieure à 10V)
- court-circuit
- bobine déconnectée

Si la sortie pin 9 est basse, la logique de contrôle interdit les sorties de puissance aux solénoïdes. La remise à zéro de la carte se vérifie automatiquement après avoir éliminé l'anomalie.

5 - REGLAGES

Il y a deux modalités: visualisation des variables et modification des paramètres. La première permet de contrôler le cours en temps réel des valeurs du contrôle du courant demandé et du courant lu, pour chacun des deux canaux. La deuxième modalité permet la visualisation et modification des paramètres de fonctionnement.

5.1 - Visualisation des variables

A l'allumage, la carte se met en modalité de visualisation variables et elle affiche la valeur de la première variable, c'est-à-dire le signal de consigne au canal 1. Appuyez sur les touches (+) et (-) pour sélectionner la visualisation des différentes variables. Chaque fois qu'on change la variable à afficher, on indique le nom abrégé pendant environ une seconde. Appuyez sur la touche (E) pour afficher le nom de la variable actuellement affichée pendant environ une seconde.

Les variables affichées sont mentionnées dans l'ordre ci-dessous:

U1: Signal de consigne au canal 1:
- 0 ÷ 9,9V / 4 ÷ 20mA — pour mono-solénoïde
- -9,9 / 0 / +9,9V / 4 / 12 / 20mA — pour double solénoïde

EDM-M*
SERIE 20

C1: courant demandé pour le canal 1 selon le signal de consigne appliqué, exprimé en ampère, compris entre 0 et 3.0 A

E1: courant effectivement distribué par le canal 1, exprimé en ampère, compris entre 0 et 3.0 A

U2: Signal de consigne au canal 2:
0 ÷ 9,9V
4 ÷ 20mA pour mono-solénoïde

-9,9 / 0 / +9,9V
4 / 12 / 20mA pour double solénoïde

C2: courant demandé pour le canal 2 selon le signal de consigne appliqué, exprimé en ampère, compris entre 0 et 3.0 A

E2: courant effectivement distribué par le canal 2, exprimé en ampère, compris entre 0 et 3.0 A

Si la configuration de la carte est fixée pour une valve mono-solénoïde, on affiche seulement les variables du canal 1 (U1, C1 et E1).

On peut afficher tous les paramètres décrits sur l'écran à deux chiffres, qui se trouve sur le panneau antérieur de la carte.

On peut lire la variable sélectionnée comme suit (exemple pour EDM-M15*/20E*):

SIGNAL DE CONSIGNE (V)	(mA)	AFFICHEUR U1 (V)	VARIABLES C1/E1
0	4	00	4.0 (mA)
5	12	5.0	1.3 (A)
10	20	10.	2.6 (A)

5.2 - Modification des paramètres

Appuyez sur la touche (-) pendant plus que 1,5 secondes pour passer de la modalité de visualisation des variables à celle de modification des paramètres et vice versa.

En modalité de modification des paramètres appuyez brièvement sur les touches (+) et (-) pour passer d'un paramètre à l'autre, comme pour le cas précédent. Chaque fois qu'on change le paramètre à afficher, on signale le nom raccourci pendant environ une seconde.

Appuyez brièvement sur la touche (E) pour afficher le nom du paramètre actuellement affiché pendant environ une seconde.

Si on appuie sur la touche (E) pendant plus que 1,5 secondes, le nom du paramètre clignote pendant environ une seconde et on a accès à la modalité modification. Appuyez sur les touches (+) et (-) pour modifier la valeur du paramètre. Chaque fois qu'on appuie sur une de ces touches, on augmente ou réduit la valeur d'une unité. En maintenant la touche appuyée, on augmente la valeur continuellement à une vitesse croissante.

Après avoir fixé la valeur désirée, appuyez sur la touche (E) pour quitter la modification et mémoriser la valeur dans les EEPROM. Les touches (+) et (-) reprennent leur fonction de roulement entre les différents paramètres.

Après terminé le cycle de chargement des paramètres, appuyez sur la touche (+) pour plus que deux seconds, jusqu'à ce que l'afficheur clignote, pour sauver en EEPROM et retourner à la visualisation des variables.

On affiche les paramètres dans l'ordre suivant:

G1: courant de "I Max" exprimé en milliampère.
Il établit le courant maximum au solénoïde du canal 1, quand le signal de consigne a atteint la valeur maximum de +10 V (ou 20 mA). On l'utilise pour limiter la valeur maximum de la grandeur hydraulique contrôlée par la valve.
Valeur par défaut = voir point 2
Plage = 50 ÷ 100% di I max

o1: Courant de "I Min" exprimé en milliampère.
Il établit la valeur de courant de offset au solénoïde du canal 1, quand le signal de consigne dépasse la seuil de 0,1 V (ou 0,1 mA). On l'utilise pour annuler la zone d'insensibilité de la valve (bande morte).
Valeur par défaut = voir point 2
Plage = 0 ÷ 50% di I max

r1: Temps de rampe, "Max Ramp", exprimé en secondes.
Il établit le temps, pendant lequel le courant distribué par le canal 1 va de zéro à la valeur maximum, à la suite d'une variation du signal de consigne de zéro à 100% et vice versa. On l'utilise pour ralentir le temps de réponse de la valve à la suite d'une soudaine variation du signal de consigne
Valeur par défaut = voir point 2
Plage = 00 ÷ 20 sec.

u1: Temps de montée "Ramp Up" exprimé en % du temps de rampe r1. Il fixe le temps de montée du courant sur le canal 1 pour une variation de 0 à 100% de la consigne à l'entrée.
Valeur par défaut = 99%
Plage = 00 ÷ 99%

d1: Temps de descente "Ramp Dn" exprimé en % du temps de rampe r1. Il fixe le temps de descente du courant sur le canal 1 pour une variation de 100% à 0% de la consigne à l'entrée.
Valeur par défaut = 99%
Plage = 00 ÷ 99%

G2: Courant de "I Max" exprimé en milliampère.
Il établit le courant maximum au solénoïde du canal 2, quand le signal de consigne a atteint la valeur maximum.
Valeur par défaut = voir point 2
Plage = 50 ÷ 100% di I max

o2: Courant de "I Min" exprimé en milliampère.
Il établit la valeur de courant de offset au solénoïde du canal 2.
Valeur par défaut = voir point 2
Plage = 0 ÷ 50% di I max

r2: Temps de rampe, en secondes.
Il établit le temps, pendant lequel le courant distribué par le canal 2 va de zéro à la valeur maximum, à la suite d'une variation du signal de consigne de zéro à 100% et vice versa. On l'utilise pour ralentir le temps de réponse de la valve à la suite d'une soudaine variation du signal de consigne
Valeur par défaut = voir point 2
Plage = 00 ÷ 20 sec.

u2: Temps de montée "Ramp Up" exprimé % du temps de rampe r2. Il fixe le temps de montée du courant sur le canal 2 pour une variation de 0 à 100% de la consigne à l'entrée.
Valeur par défaut = 99%
Plage = 00 ÷ 99%

EDM-M*
SERIE 20

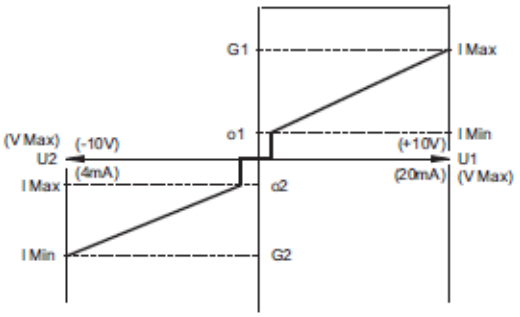
d2: Temps de descente "Ramp Dn" exprimé en % du temps de rampe r2. Il fixe le temps de descente du courant sur le canal 2 pour une variation de 0% à 100% de la consigne à l'entrée.
Valeur par défaut = 99%
Plage = 00 ÷ 99%

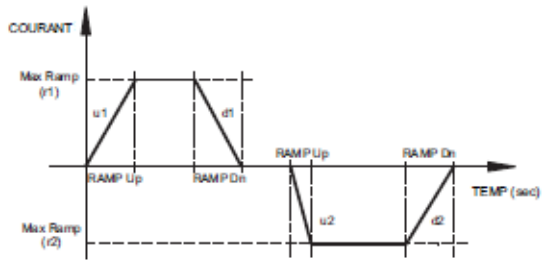
Fr: Fréquence du PWM, "PWM Freq", exprimé in Hertz.
Il établit la fréquence de PWM, c'est-à-dire la fréquence de pulsation du courant de contrôle. La réduction du PWM améliore le soin de la valve au détriment de la stabilité de régulation. L'augmentation du PWM améliore la stabilité de la régulation de la valve, en causant une hystérésis plus haute.
Valeur par défaut = PWM (selon le modèle carte)
Plage = 50 ÷ 400Hz

U1 et **U2**: "V Max". Ils représentent le fond de l'échelle de la valeur de consigne. Ce paramètre (modifiable seulement via software) permet de maintenir la même résolution quand la valeur de consigne est inférieure à 10V.
Valeur par défaut = 1000
Plage = 0 ÷ 1000
Exemple: avec carte EDM-121 avec commande 10V et paramètre au défaut, l'intensité de la courant en sortie sera 1200 mA. Si on règle le paramètre à la valeur de 500 la courant en sortie sera 600 mA.

Si on a chargé la carte pour une valve mono solénoïde, on affiche seulement les paramètres du canal 1.

Version EDM-M2:
paramètres modifiables





6 - INSTALLATION

La carte est adaptée au montage sur guides type DIN EN 50022.
Le câblage est centralisé sur un bornier installé sur la face avant de l'unité électronique.
En fonction de leur longueur, nous conseillons d'utiliser des câbles de section de 0.75 mm² pour une longueur maxi de 20 m, et 1.00 mm² pour longueurs de 20 à 40 m, pour l'alimentation et le raccordement au solénoïde. Pour les autres fonctions, des câbles blindés reliés à la terre coté carte sont recommandés.

NOTE 1
Pour répondre aux exigences de compatibilité CEM le raccordement électrique de l'unité de commande doit être strictement conforme au schéma de branchement indiqué aux points 8 - 9 - 10 et 11 de cette fiche.
En règle générale la valve et les câbles doivent être éloignés le plus possible de sources de parasites telles que câbles de puissance, moteurs électriques, inverseurs et télérupteurs.
Dans des ambiances particulièrement critiques du point de vue des parasites électromagnétiques, il peut être nécessaire de procéder à un blindage total des câbles de liaison.

7 - REGLAGES ET MESURAGE DES SIGNAUX

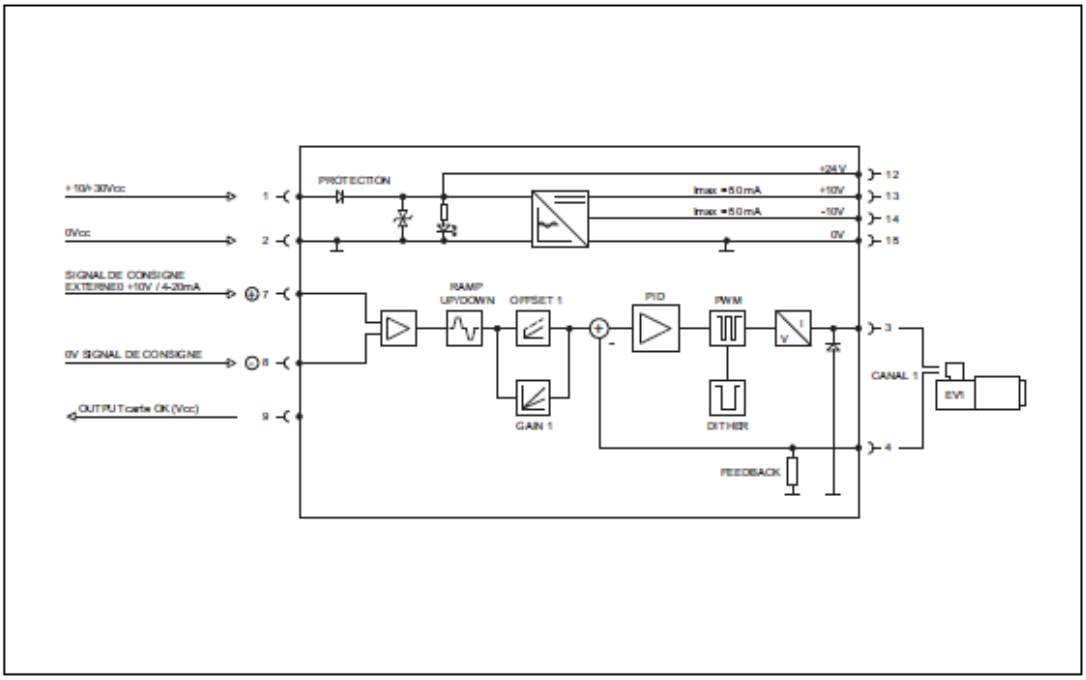
7.1 - Réglages
En cas de nécessité, on peut modifier les paramètres en se servant par les touches (+) (E) (-) qui se trouvent sur le panneau antérieur de la carte ou grâce au kit matériel et logiciel EDMPC/20.

7.2 - Kit matériel et logiciel EDMPC/20 (code 3898201010)

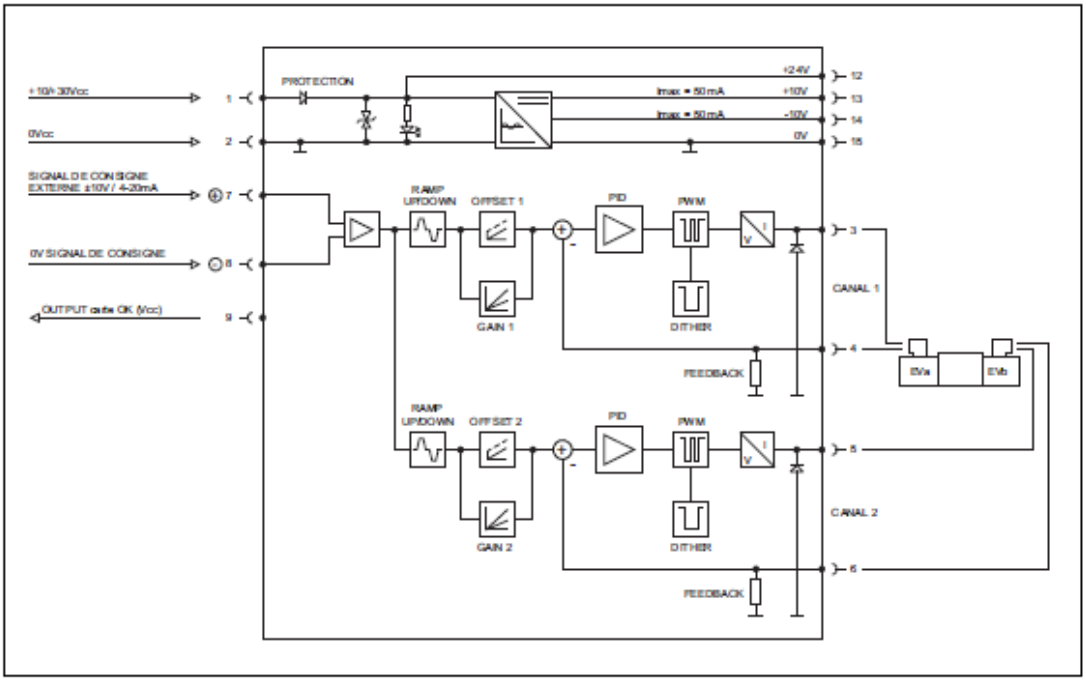
Le kit matériel et logiciel (à commander séparément) fournit un accès facile pour mesurer les signaux et verifier le fonctionnement de la carte.
Le logiciel communique par un câble au relatif connecteur mini USB sur le panneau antérieur de la carte EDM, derrière la porte de protection.
La fourniture comprend un câble de communication (L = 1 mètre) pour connecter la carte EDM à la porte RS232 du PC.
La compatibilité du logiciel EDM-PC est garantie seulement sur les systèmes d'exploitation Windows 2000 et Windows XP.

EDM-M*
SERIE 20

8 - CIRCUIT ET SCHEMA DE BRANCHEMENT EDM-M1



9 - CIRCUIT ET SCHEMA DE BRANCHEMENT EDM-M2

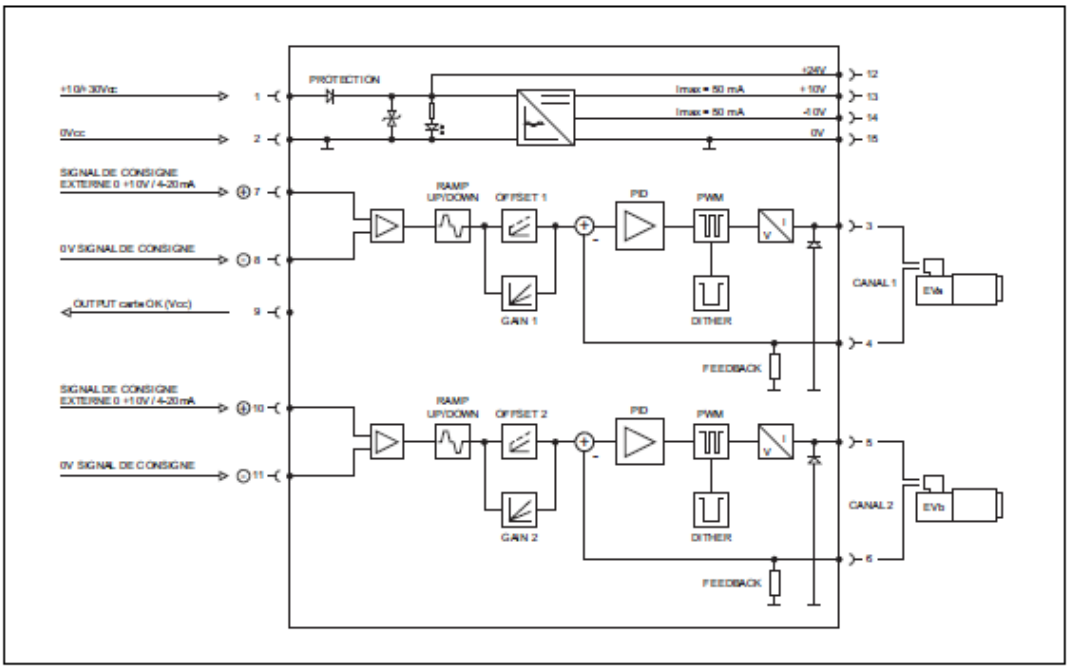


89 250/208 FD

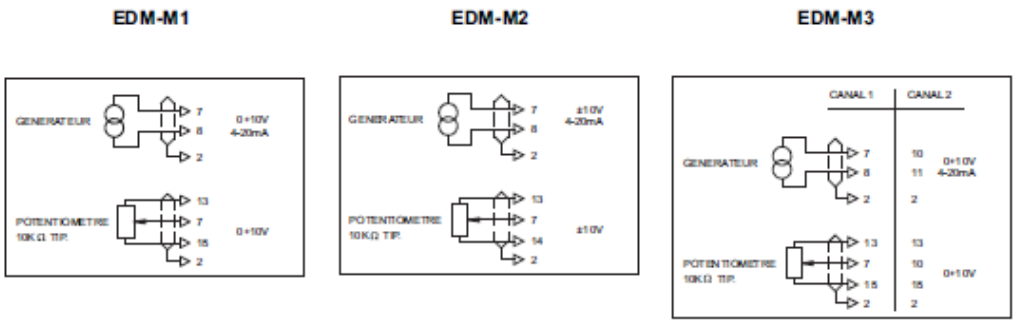
6/8

EDM-M*
SERIE 20

10 - CIRCUIT ET SCHEMA DE BRANCHEMENT EDM-M3



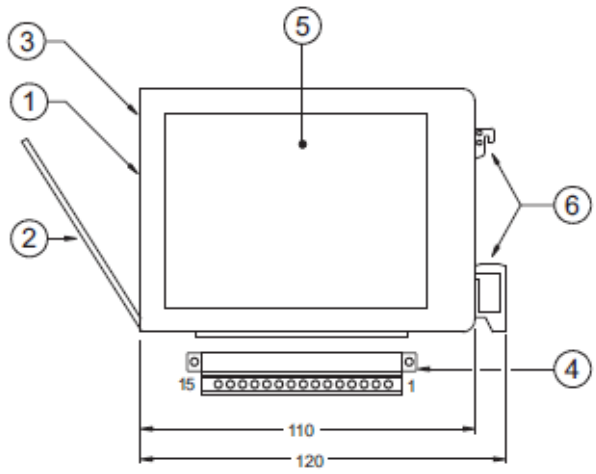
11 - SCHEMA DE BRANCHEMENT: SIGNAUX DE CONSIGNE

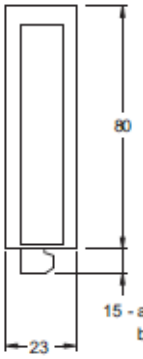


NOTE: En utilisant le potentiomètre comme signal de consigne,les bornes 8 (et 11 pour version M3) doivent être reliées à la borne 15 (0V), aussi quand le générateur a une sortie différentielle pure (pas avec consigne à la terre).

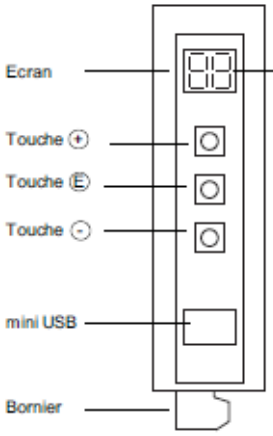
EDM-M*
SERIE 20

12 - ENCOMBREMENTS





COTE FRONTAL



SIGNALISATION AFFICHEUR:

A1 entrée 1 signal courant inférieur à 3,5 mA

A2 entrée 2 signal courant inférieur à 3,5 mA

A3 sortie 1 en court-circuit

A4 sortie 2 en court-circuit

A5 sortie 1 aimant débranché

A6 sortie 2 aimant débranché

A7 tension d'alimentation inférieure à 10V

NOTE: La signalation s'elimine en enlevant la cause

dimensions en mm

1	Côté afficheur et mini USB
2	Petite porte à protection des boutons
3	Afficheur pour la visualisation de l'alimentation de la carte et pour la signalisation des pannes.
4	Bornier à insertion à 15 pôles avec sortie câbles vers le bas et vises de fixation.
5	Sérigraphie avec circuit carte et schéma de connexion
6	Accrochage pour guides DIN EN 50022

DUPLOMATIC HYDRAULIQUE

DUPLOMATIC OLEODINAMICA SpA
20025 LEGNANO (MI) - P.le Bozzi, 1 / Via Edison
Tel. 0331/472111 - Fax 0331/548328

89 250/208 FD. REPRODUCTION INTERDITE. LA SOCIETE SE RESERVE LE DROIT D'APPORTER TOUTE MODIFICATION

ANNEXE-E : Manomètre digital

VERY HIGH ACCURACY DIGITAL PRESSURE GAUGE

316 SS BODY, ANALOG OUTPUT AND OPTIONAL WIRELESS TRANSMITTER

NEW

PRESSURE GAUGES G

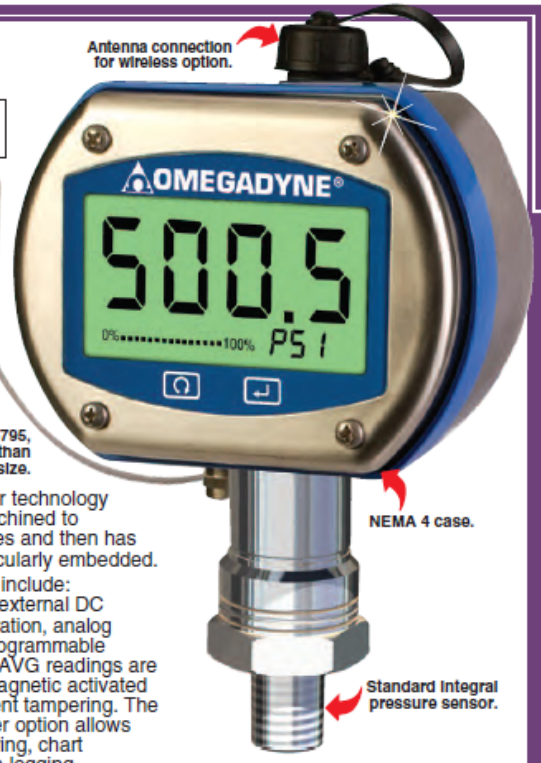
DPG409 Series

Gage and Absolute Pressure
10 inH2O to 5000 psi
(25 mb to 345 bar)

MADE IN USA · 1 YEAR WARRANTY · NIST · CE

Standard

Starts at $695



DPG409-500G-W, $795, shown smaller than actual size.

- Large Backlit Display with 25 mm (1") Digits Readable From Over 10.7 m (35')
- High 0.08% Accuracy and Repeatability
- High and Low Alarms
- All Stainless Steel Wetted Parts
- MIN/MAX/AVG Readings
- User Selectable 4 to 20 mA, 0 to 5V or 0 to 10V Analog Output Standard
- Included Setup and Service Software Allows for Fast Maintenance and Calibration via USB Connection
- Wireless Transmitter Option Sends Readings to Remote Locations and Allows for PC-Based Chart Recording and Data Logging
- Tested to Industrial CE Specifications
- Long Battery Life

OMEGA's new DPG409 Series incorporates a rugged, 316 Stainless Steel enclosure that is designed specifically for wash-down, sanitary and marine applications. The large backlit LCD display features 25 mm (1") high digits that make reading at distances up to 10.7 m (35') easy. Models are available with NPT or sanitary flange fittings. All models incorporate highly stable silicon wafer technology which is micro-machined to precision tolerances and then has strain gages molecularly embedded.

Standard features include: internal battery or external DC power supply operation, analog output and user programmable alarms. MIN/MAX/AVG readings are also selectable. Magnetic activated buttons help prevent tampering. The wireless transmitter option allows for remote monitoring, chart recording and data logging. A variety of user-configurable options and settings include: update rate, dampening, units, backlight, and auto-off.

SPECIFICATIONS

Accuracy: ±0.08% BSL includes linearity, hysteresis, and repeatability
Ranges: 10 inH_2O through 5000 psi
Storage Temp: -40 to 82°C (-40 to 180°F)
Operating Temp: -18 to 66°C (0 to 150°F)
Temp Corrected: Yes
Overpressure, Gauge Pressure:
10 inH_2O: 10x span
1 psi: 6x span
2.5 psi to 3500 psi: 4x span
5000 psi: 15,000 psi max
Overpressure, Absolute Pressure
5 psi: 6x span
2.5 psi to 1000 psi: 4x span
Secondary Containment Gauge/Diff/Vac/Compound:
10 inH_2O to 5 psi: To 1000 psi
15 to 1000 psi: To 3000 psi
1500 to 5000 psi: To 15,000 psi
Absolute/Barometric:
5 to 1000 psi: To 6000 psia
Display: LCD with selectable backlight; 4 digits, 9999 counts; 25 mm (1") character height
Computer Interface: USB programming cable included
Sample/Display Rate: User adjustable from 0.25 to 10 sec: preset to 1/sec
Power: Two 3.6V lithium, 8.4 Ah capacity (C-cell) included
Battery Life (Typical): Up to 4 years
Analog Output: User Selectable 0 to 5V, 0 to 10V, 4 to 20 mA; external power supply required
CE Test: EN16326-1: 2006 [with analog output cable < 3 m (9.8') and supplied ferrite core]
Enclosure: 316 SS housing, ABS center gasket
Enclosure Finish: Electropolished
Enclosure Rating: Weatherproof, NEMA 4 (IP65)
Wetted Parts: 316 SS
Pressure Port Size: ¼-18 NPT male
Connection: Lower

G-9a

To Order, Call 1-800-82-66342 1-800-TC-OMEGA or Shop Online at omega.com

Dimensions:
Display:
114.3 W x 88.9 H x 73.6 mm D (4.5 x 3.5 x 2.9")
Pressure: 72 to 88.9 mm (2.84 to 3.5") below display

Wireless Option Specifications

Transmit Sample Rate: User programmable from 2 sec to 2 min
Radio Frequency (RF) Transceiver Carrier: ISM 2.4 GHz
RF Output Power: 10 dBm (10 mW)
Range of RF Link: Up to 120 m (400') outdoor line of sight; up to 40 m (130') indoor/urban
Software: Requires Windows® 2000, XP, Vista or Windows® 7 (32 bit); included
Internal Battery: Two 3.6V lithium, 8.4 Ah capacity (C-cell) included
Data Transmitted to Host: Pressure reading, ambient temperature reading, RF transmit strength and battery level

Front Button Functions

On/Off: Manually turns unit on and off
Backlight: Manually turns backlight on and off
Min/Max: Recalls min/max values
Zero/Clear: Zeros display or clears min/max

Settings (USB/Software)

Auto-Off (7 Options): Locked-on, 1 min, 2 min, 5 min, 10 min, 15 min, 30 min, 60 min
Update Rate (4 Options): 10x/s, 5x/s, 2x/s, 1x/s
Units: psi, inHg, inH_2O, ft H_2O, bar, mbar, kPa, mPa, mmHg, cmH_2O, mmH_2O, kg/cm^2
Dampening: None, or the average of 2, 4, 6, 8, 10 readings
Lock: Allows for front button "lock-out"
Alarms: User selectable "high" and "low" alarm limits, (open collector)
Analog Output: User selectable 0 to 5 Vdc, 0 to 10 Vdc or 4 to 20 mA
Backlight: On/off, 10 sec, 30 sec, 1 min, 5 min
Wireless Transmitter (Optional): Channel number, transmission rate, alarms, sensor offset, chart recording, data logging
Calibrate: Zero and span
Over Range Indication: "_ _ _ _"

New security feature uses magnetic stylus (included) for keypad activation. No accidental button presses. Perfect for dirty hands or if wearing gloves.

MOST POPULAR MODELS HIGHLIGHTED!

To Order *(Specify Model Number)*

RANGE (RESOLUTION)		GAUGE PRESSURE		ABSOLUTE PRESSURE	
psi	bar	MODEL NO.	PRICE	MODEL NO.	PRICE
10.00 inH_2O	25.00 mbar	DPG409-10WG	$745	–	–
1.000	69.00 mbar	DPG409-001G	745	–	–
2.500	172.0 mbar	DPG409-2.5G	745	–	–
5.000	345.0 mbar	DPG409-005G	695	DPG409-005A	$745
15.00	1.000	DPG409-015G	695	DPG409-015A	745
30.00	2.100	DPG409-030G	695	DPG409-030A	745
50.00	3.400	DPG409-050G	695	DPG409-050A	745
100.0	6.900	DPG409-100G	695	DPG409-100A	745
150.0	10.30	DPG409-150G	695	DPG409-150A	745
250.0	17.20	DPG409-250G	695	DPG409-250A	745
500.0	34.50	DPG409-500G	695	DPG409-500A	745
750.0	51.70	DPG409-750G	695	DPG409-750A	745
1000	69.00	DPG409-1KG	695	DPG409-1KA	745
1500	103.0	DPG409-1.5KG	695	–	–
2500	172.0	DPG409-2.5KG	695	–	–
3500	241.0	DPG409-3.5KG	695	–	–
5000	345.0	DPG409-5.0KG	695	–	–

WIRELESS RECEIVERS (FOR WIRELESS TRANSMITTER OPTION USE)

MODEL NO.	PRICE	DESCRIPTION
UWTC-REC1	$225	48-channel wireless receiver, USB powered
UWTC-REC2-(*)	235	48-channel wireless receiver with analog output
UWTC-REC2-D-(*)	265	48-channel wireless receiver with analog output and display
UWTC-REC3	235	32-channel wireless ethernet, web based receiver

Charting and Data Logging Software Included FREE with Wireless Option

Comes complete with operator's manual, set-up and configuration software, USB cable, 2.7 m (9') analog output cable with ferrite core, and 5-point NIST-traceable calibration.

*To order with wireless transmitter option, add "**-W**" to model number and **$100** to price.*

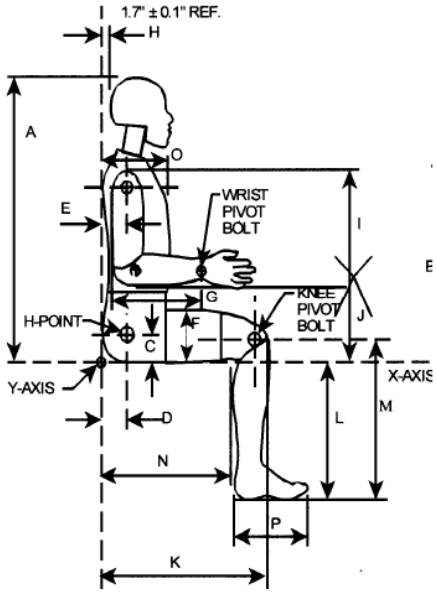
Ordering Examples: DPG409-100G,** high accuracy digital gauge with analog output and a pressure range of 0 to 100 psig, **$695.
DPG409-1KG-W,** high-accuracy digital gauge with analog output, wireless transmitter option and a pressure range of 0 to 1000 psig, and **UWTC-REC1,** wireless USB receiver, $695 + 100 + 225 = **$1020.

G-9b

To Order, Call 1-800-82-66342 1-800-TC-OMEGA or Shop Online at omega.com

©2011 OMEGA ENGINEERING, INC. ALL RIGHTS RESERVED

ANNEXE-F : Détermination du centre de gravité

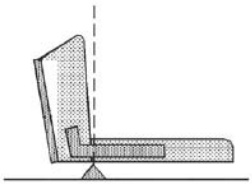


Position du SRP ou H point sur un mannequin standardisé

6. Détermination du Centre de Gravité

La détermination du centre de gravité d'un siège s'effectue sous les conditions suivantes :

1) Si le siège est muni d'un appui-tête ajustable, celui-ci devra être dans sa position la plus haute.
2) Si le siège est muni d'appuis-bras, les positionner à l'horizontale.
3) Si le siège est ajustable dans le plan longitudinal, positionner le siège à mi-course. Noter cette position par rapport au nombre de positions d'ajustement possible, par exemple 7 de 15.
4) Si la surface de montage du véhicule est horizontale, balancer le siège sur son dossier (tel qu'illustré) jusqu'à ce que la base soit parfaitement verticale et que le siège se tienne en équilibre.



5) Mesurer et noter la distance entre le point d'équilibre et la base du siège.
6) Si la surface de montage du véhicule n'est pas horizontale, installer le siège dans le véhicule et tracer une ligne horizontale sur le côté du siège. Balancer le siège sur son dossier (tel qu'illustré) jusqu'à ce que la ligne ainsi tracée soit parfaitement verticale et que le siège se tienne en équilibre – Mesurer la distance entre le point d'équilibre et la base du siège (trou d'assemblage arrière de la base).